



TITLE:

ミナミキイロアザミウマの個体群
動態及び個体群管理に関する研究(
Dissertation_全文)

AUTHOR(S):

河合, 章

CITATION:

河合, 章. ミナミキイロアザミウマの個体群動態及び個体群管理に関する研究. 京都大学, 1986, 農学博士

ISSUE DATE:

1986-11-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.r6085>

RIGHT:

新 制

農

450

京大附図

ミナミキイロアザミウマの個体群 動態及び個体群管理に関する研究

1 9 8 6

河 合 章

ミナミキイロアザミウマの個体群
動態及び個体群管理に関する研究

1986

河合 章

目 次

緒 論	1
第1編 ミナミキイロアザミウマの個体群動態	4
第1章 増殖能力	4
第1節 温度と増殖	4
第2節 種々の寄主植物での増殖	12
第2章 圃場における個体数変動	21
第1節 施設栽培キュウリにおける増殖	21
第2節 露地栽培キュウリにおける増殖	24
第3節 寄生密度と交尾率	29
第3章 個体群の空間分布と分散	35
第1節 施設栽培キュウリにおける空間分布	35
第2節 施設栽培ナスにおける株内分布	40
第3節 各種施設栽培作物における空間分布	42
第4節 露地栽培キュウリにおける空間分布	46
第5節 キュウリ栽培施設における分散	50
第6節 日齢による成虫の行動の変化	54
第4章 ワタアブラムシとの種間競争	57
第5章 総合考察	64
第2編 ミナミキイロアザミウマの個体群管理	67
第1章 密度調査法	67
第1節 小型ハウスにおける粘着トラップによる密度調査	67
第2節 栽培施設における粘着トラップによる密度調査	71
第3節 見取り法による密度調査	76
第2章 被害解析	81
第1節 施設栽培キュウリにおける被害解析	81
第2節 施設栽培ナスにおける被害解析	92
第3節 施設栽培ピーマンにおける被害解析	102
第3章 個体群管理モデルによる防除手段の評価	115
第4章 総合考察	134
総 括	137
要 約	139
引用文献	142

結 論

ミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* KARNY は、1978年に宮崎県西都市の施設栽培のピーマンにおいて始めて加害が確認された（永井、1981）侵入害虫であり、その後1985年までに発生は27都府県に広がり、被害面積は9055ha（1984年度）におよび、西日本における果菜類の最重要害虫となっている。本種は総翅目（Thysanoptera）アザミウマ亜目（Terebrantia）、アザミウマ科（Thripidae）の昆虫であり、従来、その分布はインド、インドネシア、タイ、シンガポール、マレーシア、パキスタン、バングラデッシュ、ホンコン、台湾、フィリピン、スーダンといったアジア及びアフリカの熱帯、亜熱帯に限られていた（BHATTI、1980）。従来の分布地においては、タイでメロン、フィリピンでエンドウ（BHATTI、1980）、インドでゴマ（ANANTHAKRISHNAN、1955）への加害が報告されているのみであり、重要害虫とは考えられてはおらず、本種の生態、防除に関する研究はなかった。しかしながら、寄主範囲が広く多くの有用作物を含むことから、害虫となる可能性があるとされていた（AYYAR、1929；BHATTI、1980）。

本種は他のアザミウマ亜目の多くの種と同様に蛹化時は土あるいはリターに潜り、卵は植物組織内に産み込まれる（池田、1981；山本ら、1982）ため、卵、蛹への直接の薬剤散布が困難であり、薬剤防除効果があがりにくい。また、従来から我が国に分布するアザミウマ類（ネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMAN、ダイズウスイロアザミウマ *T. setosus* MOULTON、ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* TRYBOM 等）に効果の高いアセフエート剤、MEP剤、マラソン剤などの効果が極めて低い（松崎、1982）。更に本種の寄主範囲は極めて広く多くの雑草を含む。また、本種は雌成虫の体長が1.0～1.1mm（工藤、1981）と小さいことから、低密度時の発見が難しい。ミナミキイロアザミウマの示すこれらの性質は、薬剤による本種の防除を困難にしており、現場では未登録薬剤を含めた有効薬剤の多数回散布による薬剤主体の防除が行われているが、効果は十分でなく、農薬の安全使用及び殺虫剤抵抗性の発達の点から考え、総合防除技術の開発が急務であった。

総合防除技術の開発のためには、害虫の個体群動態を知り、害虫と作物を中心とした1つのシステム（害虫管理システム）の中で考える必要がある（中村、1980）が、害虫の増殖モデルと作物の生長モデルを組み合わせた害虫管理システムを作りあげるには長い年月と多大な研究を必要とする。しかしながら、害虫管理には必ずしも完全なシス

テムが必要なわけではなく、特定の害虫に関して得られた情報を最大限有効に利用して害虫管理モデルを作り、害虫密度を被害許容密度以下に抑えることも有効である。そこにおいては、害虫の個体群動態と、害虫加害の作物に及ぼす影響、すなわち被害の解析が最も重要な問題となる。ミナミキイロアザミウマの主要な加害作物である果菜類の多くは栄養生長と生殖生長が同時に進行し、収穫期間が極めて長いうえに、増殖能力の高い害虫が多いため、被害解析が難しく、果菜類の害虫の管理についての研究は少ない。ミナミキイロアザミウマはこのように被害が大きいとともに、防除困難な害虫であり、管理モデルを作成し、それにもとづいて最適な防除戦略を確立することの必要性はとりわけ大きい。

そこで筆者は1981年より1985年にかけて農林水産省野菜試験場久留米支場において、本種の個体群動態及び個体群管理に関する研究を行った。本研究では、果菜類における本種の個体群動態を明らかにし、それをもとに個体群管理モデルを作成し、モデル計算により最適な防除戦略を提起することを目標とした。

本論文はこの研究の成果をとりまとめたものであり、2編からなる。

第1編においては本種の果菜類での個体群動態を明らかにし、害虫としての特性を示すとともに個体群管理モデルの基礎を与えることを目的とした。すなわち、第1章では飼育試験により増殖に及ぼす温度と餌植物の影響を検討し、本種の増殖能力、寄主植物を他の果菜類害虫と比較した。第2章では最も増殖の盛んなキュウリ圃場での増殖過程を調べるとともに、低密度時の個体数変動に大きな影響を及ぼす密度と交尾率の関係を調べ、本種の増殖に関与する要因について考察した。第3章では個体群の空間的分布及びそれをもたらし要因としての分散を調べ、分布構造を解析した。第4章では生態的地位の近いと思われるワタアブラムシとの種間競争に関する解析を行い、本種の害虫としての特性を明らかにしようとした。最後に、第5章ではこれらの研究成果をもとに本種の害虫としての特性から、本種が我が国で害虫となった過程について考察を試みた。

第2編においては、第1編の成果をもとに本種の個体群管理法について研究した。すなわち、第1章では個体群管理に不可欠な密度調査法として見取り法とトラップ法の検討を行い、その実用性を考察した。第2章では果菜類での被害解析法について検討するとともに、主要な果菜類であるキュウリ、ナス、ピーマンでの被害解析試験を行い、それぞれの被害許容密度を示した。第3章では第1編で得られた個体群動態に関するデータをもとにキュウリにおける本種の個体群管理モデ

ルを作成し、第2章で得られた被害許容密度に関するデータをあわせて、防除手段の数量的評価を行った。最後に、第4章ではこれらの研究成果をもとに本種の個体群管理法とその実用化について総合的に考察した。

本文に入るにさきだち、本研究にあたり終始、御指導、御助言をいただいた九州農業試験場虫害第一研究室北村寛彬博士、本論文のとりまとめに際して御校閲と御批判をたまわった京都大学農学部久野英二教授、御教示と御支援をたまわった京都大学農学部高藤晃雄博士に厚くお礼申し上げます。また、この研究に際し野菜試験場久留米支場前虫害研究室長葭原敏夫氏（現野菜試験場）、九州農業試験場前環境第一部長湯嶋 健博士、九州農業試験場前虫害第一研究室長小山重郎博士（現四国農業試験場）、野菜試験場久留米支場前支場長本多藤雄氏（現野菜試験場）など多くの方々に御支援と御助言をいただいた。厚くお礼申し上げます。

第 1 編 ミナミキイロアザミウマ の個体群動態

第 1 章 増殖能力

個体群動態を解明する上で最も基礎的な知見として、発育、生存、産卵を調べ、増殖能力を明らかにする必要がある。総翅目において、発育、産卵に関する断片的な報告が LEWIS (1973)、ANANTHAKRISHNAN (1984) にまとめられているが、総括的な増殖能力が示されたのはヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* TRYBOM とハナアザミウマ *Thrips hawaiiensis* (MORGAN) (村井、1981) 及び捕食性の *Scolothrips sexmaculatus* (PERGANDE) (GILSTRAP and OATHAN, 1976; COVILLE and ALLEN, 1977) など数種にすぎない。ミナミキイロアザミウマについては、このような研究はまったく報告されていない。

そこで、始めにミナミキイロアザミウマを種々の恒温条件下で卵から成虫まで飼育し、次に種々の植物を用いて同様の飼育を行い、増殖能力を検討した。

なお、一般に総翅目はふ化後、4～5回の脱皮をして成虫となるが、そのステージについては統一的な呼び方がない。すなわち、不完全変態であるとして、全てのステージを若虫 (nymph) と呼ぶ場合と、完全変態であるとして、最初の2つのステージを幼虫 (larva)、その後のステージを蛹と呼ぶ場合がある。また、蛹についても、1齢蛹 (first instar pupa)、2齢蛹 (second instar pupa) と呼ぶ場合と、始めのステージを前蛹 (prepupa)、次のステージを蛹 (pupa) と呼ぶ場合がある。本論文の中では、最もよく用いられている呼び方にしたが、始めの2つのステージを幼虫、次のステージを前蛹、その次のステージを蛹と呼ぶ。

第 1 節 温度と増殖

増殖能力に及ぼす温度の影響を検討するために、卵から成虫までの各ステージを種々の温度条件下でキュウリの葉片を用い個体飼育した。

1. 材料及び方法

供試したミナミキイロアザミウマは1981年に福岡県三池郡高田町及び朝倉郡朝倉町でナスより採集し、キュウリを用いて野菜試験場久留

米支場で累代飼育中の系統である。

累代飼育虫より雌成虫を取りだし、25℃の恒温条件下でキュウリ‘さちみどり’の葉上で24時間産卵させた。産下された卵を15.0、17.5、20.0、22.5、25.0、27.5、30.0、32.5、35.0℃の恒温条件下（16L - 8D）で前蛹まで飼育し、卵・幼虫期間を求めた。飼育はプラスチック容器（直径60mm）で行い、底部に湿った脱脂綿を敷き、その上に餌としてキュウリの葉片（5×5mm）を置いた。調査は毎日行い、ふ化後の幼虫は個体飼育とし、葉片は適宜交換した。次に累代飼育虫より2齢末期の幼虫を選び、上記の飼育容器に1頭ずつ入れ、羽化まで毎日調査し、前蛹・蛹期間を求めた。卵、2齢幼虫とも各温度段階に50～70頭を供試した。

産卵から羽化までの生存率の調査は、15.0、20.0、25.0、30.0℃の恒温条件（16L - 8D）で行った。上記の飼育容器を用い、湿った脱脂綿の代わりに湿った木綿布を使用した。累代飼育虫より取りだした雌成虫に24時間産卵させ、卵期は集団で、ふ化後は個体で、羽化まで飼育した。供試虫数は各温度区とも100頭とした。

成虫期の調査には、累代飼育虫より得られた2齢幼虫を個体飼育し、羽化後24時間以内の成虫を供試した。上記の飼育容器に雌雄成虫各1頭を入れ、2日ごとに葉片を新しいものと換え、古い葉片に産まれた卵数を調べた。調査は全個体が死亡するまで行い、設定温度は15.0、20.0、25.0、30.0℃（16L - 8D）とした。供試虫数は、15.0、20.0℃が30対、25.0℃が24対、30℃が14対とした。

卵・幼虫・蛹期の発育、生存について得られた結果から発育零点、有効積算温量を求めた。さらに、成虫の産卵、生存について得られた結果をあわせ、個体群の増殖能力を示す指数として、一世代平均期間、一世代当たり純繁殖率、1日当たり内的自然増加率、1か月当たり増殖倍率を求めた。

2. 結果

卵・幼虫・蛹期の発育、生存

各温度区における発育速度と温度の関係を Fig.1に示した。35℃ではふ化はまったく認められなかったが、32.5℃以下の各区では高温区ほど卵の発育は早かった。幼虫の発育は15℃から25℃の間では高温区ほど早かったが、27.5℃以上の各区では高温による発育抑制がみられた。前蛹・蛹期の発育も、27.5℃以下では高温区ほど早かったが、30℃以上では高温による発育抑制がみられた。発育速度と温度との間に直線関係のみられた温度範囲の飼育結果から計算した発育零点、有効

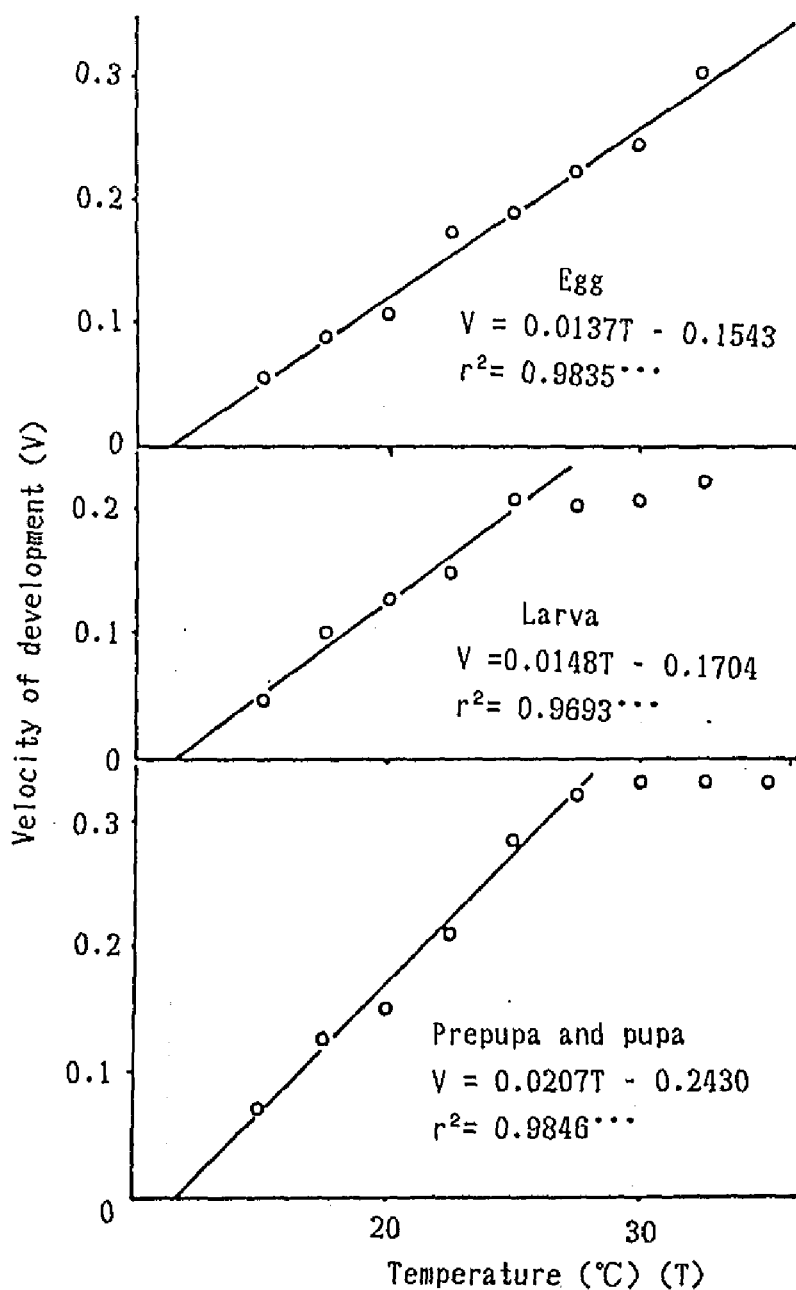


Fig. 1. Relationship between the velocity of development of *Thrips palmi* and temperature in different stages fed on cucumber leaf.

Table 1. Developmental period and survival rate of pre-adult stages of Thrips palmi at different temperatures.

	15°C	20°C	25°C	30°C
Duration of egg stage (days)	18.3±2.0 ¹⁾	10.4±1.6	6.3±0.7	5.1±0.3
Duration of larval stage (days)	21.7±3.0	7.8±1.1	4.8±0.8	4.8±0.8
Duration of prepupal and pupal stages (days)	13.7±0.7	6.6±0.8	3.5±0.5	3.0±0.2
Hatchability (%)	53.7	23.8	13.6	11.9
Prepupation rate (%)	92	97	98	96
Pupation rate (%)	65	70	74	73
Emergence rate (%)	62	65	66	68
Female ratio (%)	82.3	81.5	71.2	79.4

¹⁾ $\bar{x} \pm S.D.$

積算温量は、卵期間が11.3℃、72.8日度、幼虫期間が11.5℃、67.7日度、前蛹、蛹期間が11.7℃、48.3日度であった。

産卵から羽化までの全発育期間は、30℃で11.9日であったのに対し、15℃では53.7日と、4.5倍の値を示した (Table 1)。温度と発育速度との間に直線関係のみられた15℃から25℃の値から計算した全発育期間の発育零点、有効積算温量は11.6℃、189.1日度であった。

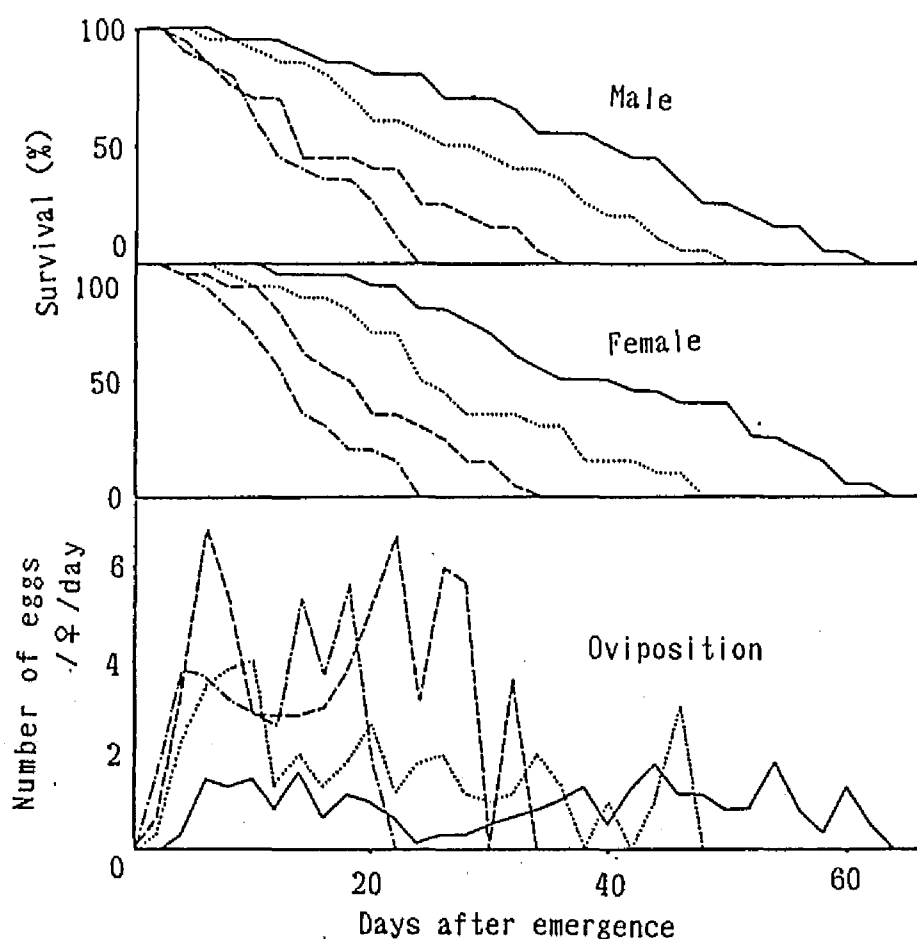


Fig. 2. Survival rate of the adult of *Thrips palmi* (above and middle) and the number of eggs layed daily (below) fed on cucumber leaf.
 —:15°C,:20°C, ----:25°C, -·-·-:30°C

産卵から羽化までの生存率は、15℃から30℃の各区では60～70%と差はなく、羽化成虫の性比も70～85%と区間の差はなかった (Table 1)。

成虫の産卵・生存

各温度区における産卵曲線および生存曲線を Fig.2に、産卵数、成虫寿命を Table 2に示した。産卵曲線のパターンは各温度区ともピークが明らかでなく、羽化後1～2日は少ないが、その後は全生存期間にわたりほぼ一定の産卵数と考えられた。日当り産卵数は25℃が3.8卵と最も多く、最も少ない15℃では0.9卵であった。総産卵数も25℃が60卵と最も多かった。

各温度区とも生存曲線は縦軸を実数にとった時、ほぼ直線すなわち日当たり死亡数が一定で死亡率は羽化後日数の経過とともに高くなった。また、寿命は雌雄とも高温ほど短かった。15℃では平均寿命が36日で、60日以上生存した個体もみられたのに対し、30℃では平均寿命は11日と短かった。また、平均寿命及び生存曲線のパターンは雌雄間で差はなかった。

個体群の増殖能力

各温度区における本種個体群の増殖能力を示すため一世代平均期間 (T)、一世代当り純繁殖率 (R_0)、1日当り内的自然増加率 (r)、1か月当り増殖倍率 (R_m) を求め、Table 3に示した。卵産下時を0とする日齢 x 時の雌の生存率を l_x 、1雌当りの雌卵産卵数を m_x とすると、 T 、 R_0 、 r 、 R_m は次により求まる (伊藤・村井、1977)。

$$T = \sum (x l_x m_x) / \sum (l_x m_x)$$

$$R_0 = \sum (l_x m_x), \quad r = (\ln R_0) / T, \quad R_m = e^{30r}$$

一世代当り純繁殖率 (R_0) は25℃で最も大きく、20℃がこれに次いだ。一方、一世代平均期間 (T) は高温区ほど短かった。この結果、1日当り内的自然増加率 (r) は30℃で0.144と最も大きく、25℃が0.134とこれに次ぎ、低温区ほど小さかった。1か月当り増殖倍率は15℃で2.9倍に対し、25℃で55.7倍、30℃で75.2倍となった。

3. 考察

ミナミキイロアザミウマの発育は高温区ほど早く、15℃では30℃の時の約4.5倍の発育期間であった (Table 1)。しかしながら、幼虫では27.5℃以上、前蛹、蛹では30℃以上で明らかな発育遅延が認められ (Fig.1)、35℃では卵のふ化は認められなかった。また、本種を水を与えない条件で40℃の恒温条件に保ったとき、成虫は65分、幼虫は

Table 2. Longevity and fecundity of adults of Thrips palmi at different temperatures.

	15°C	20°C	25°C	30°C
Female longevity (days)	35.9±11.4 ¹⁾	22.8±10.4	15.8± 9.2	10.9± 7.1
Male longevity (days)	35.7±13.2	20.6±13.6	13.2±11.0	11.3± 8.3
Fecundity (eggs/♀)	32.4±19.1	48.8±23.2	59.6±20.7	35.4±31.2
Rate of oviposition (eggs/♀/day)	0.9± 0.4	2.1± 0.4	3.8± 1.4	3.3± 2.2

¹⁾ $\bar{x} \pm S.D.$

Table 3. Population growth of Thrips palmi at different temperatures.

	15°C	20°C	25°C	30°C
Mean generation time (days) (T)	80.2	40.7	24.8	20.5
Net reproductive rate (R_0)	16.5	25.9	28.0	19.1
Intrinsic rate of natural increase/day (r)	0.035	0.080	0.134	0.144
Reproductive rate/month	2.9	11.0	55.7	75.2

115分ですべてが死亡しており（野中ら、1982a）、高温に対する適応は十分でないものと考えられた。野中ら（1982b）は、本種の発育零点を 10.7°C と報告しているが、本試験で得られた値（ 11.6°C ）とほぼ同じ値であった。ふ化から羽化までの発育零点は、従来よりわが国に分布しているヒラズハナアザミウマでは 9.4°C （石井・村井、1982）、ハナアザミウマでは 8.3°C （村井、1981）であり、本種の発育零点はこれよりやや高い値であった。

内的自然増加率は 15°C から 30°C の間では高温区ほど高い値をとり、 15°C から 25°C の間では温度との間に有意な正の相関（ $y = 0.010x - 0.118$, $r^2 = 0.996$, $N = 3$ ）がみられたが、 30°C では幼虫、蛹期の発育遅延と産卵数の減少により、 25°C よりやや高い値にとどまった。1か月当りの増殖倍率では、 15°C が2.9倍、 20°C が11.0倍であったのに対し、 25°C では55.7倍、 30°C では75.2倍であり（Table 3）、高温条件下での個体群の急速な生長がうかがわれる。

果菜類の他の重要害虫での内的自然増加率（1日当たり）の値は、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* SULZER が 20°C で0.244（古野ら、1978）、ワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER が 25°C で0.35（河内、1974）、ナミハダニ *Tetranychus urticae* KOCH が 20°C で0.165（古野・腰原、1978）、0.150（小林、1982）、カンザワハダニ *T. kanzawai* KISHIDA が 20°C で0.148（古野・腰原、1978）、0.152（小林、1982）、ニセナミハダニ *T. cinnabarinus* (BOISDUVAL) が 20°C で0.150（小林、1982）、オンシツコナジラ *Trialeurodes vaporariorum* WESTWOOD が 21°C で0.094（矢野、1981）と報告されている。本種の増殖能力はアブラムシ類、ハダニ類より小さく、オンシツコナジラミとほぼ同等と考えられた。

アザミウマ類の内的自然増加率は、花粉で飼育したヒラズハナアザミウマが 20°C で0.107、ハナアザミウマが 20°C で0.116（村井、1981）、捕食性の *Scolothrips sexmaculatus* (PERGANDÉ) は *Tetranychus pacificus* MCGREGOR を餌としたとき 23.9°C で0.155（GILSTRAP and OATMAN、1976）、ナミハダニを餌としたとき 20°C で0.08（COVILLE and ALLEN、1977）と本種と同等であった。他のアザミウマ類の内的自然増加率は調べられておらず、本種の値が特に大きいものであるかについては明らかでない。しかしながら、多くのアザミウマ類では総産卵数は30～300卵、日当り産卵数は1～5卵、産卵から羽化までの期間は10～25日（Lewis、1973）であり、本種の値と大差ないことから、本種の増殖能力が他のアザミウマ類に比べ特に高いとは考えられなかった。

第2節 種々の寄主植物での増殖

ミナミキイロアザミウマが加害する作物の種類はキュウリ、メロン、カボチャ、ニガウリ（以上ウリ科）、ナス、ピーマン、ジャガイモ（以上ナス科）、キク（キク科）、インゲン（マメ科）など極めて多い。本種の加害作物の中には特殊な例として、イネのように開花期の初めに本種が入り込み、加害後増殖せずに死亡する例や（高井ら、1983）、イチジクのように開花期に果実内に入り込み、脱出できずに果実内で加害する（高橋・山内、1984）例もあるが、多くの加害作物上では本種は増殖し、世代を繰り返している。本種の害虫としての特性を明らかにするためには、作物間での増殖の違いを知る必要がある。

そこで、主要な寄主植物を含む果菜類10種及びキクの葉片で本種を個体飼育し、作物による本種の増殖の違いを検討した。

1. 材料及び方法

供試した作物と品種をTable 4 に示した。メロン、キク及びイチゴを除く作物はガラス室内でビニルポット（12cm）で栽培したもので、播種後20～60日の本葉4～6枚の幼植物を供試した。メロンはガラス室内に定植された本葉5～8枚の幼植物（播種後30～50日）、キク及びイチゴはガラス室内で素焼鉢（直径18cm）で栽培した本葉4～6枚の幼植物である。各作物より展開葉を一片約5mmの葉片として切り取り、増殖試験に供試した。キュウリでは増殖率は供試した葉の葉位にかかわらず一定であった（河合、未発表）。したがって、葉位は増殖率に影響を及ぼさないと考え、供試する葉位は特に定めなかった。また、キュウリでは圃場での増殖率と室内での葉片飼育から求めた増殖率とがほぼ一致した（Fig.8）。このことから、室内試験の結果が圃場での増殖を代表できると考え、展開葉の葉片を用いた飼育により各作物間の増殖の比較を行った。

羽化までの調査には、キュウリ‘さちみどり’に産卵させたふ化後24時間以内の1齢幼虫を供試した。前節と同一の容器を用い、容器の底部に湿った木綿布を敷き、その上に各作物の葉片を置き、幼虫を1頭ずつ入れた。調査は羽化まで毎日行い、葉片は適宜新しいものと交換し、乾きすぎないように木綿布を適宜湿らせた。試験は25℃（16L-8D）の恒温器内で行い、各作物とも100頭を供試した。

成虫の生存及び産卵の調査には、羽化までキュウリ‘さちみどり’で飼育した羽化後24時間以内の未交尾の雌成虫を供試した。上記の飼育容器を用い、木綿布の代わりに脱脂綿を使用し、雌成虫を1頭ずつ

Table 4. Crops and their cultivars examined.

Crop (Scientific name)	Cultivar
Cucumber (<u>Cucumis sativus</u> L.)	Sachimidori
Melon (<u>Cucumis melo</u> L.)	Earl's favourite
Pumpkin (<u>Cucurbita maxima</u> DUCH.)	Ebisu
Balsam pear (<u>Momordica charantia</u> L.)	---
Eggplant (<u>Solanum melocena</u> L.)	Shin-nagasaki-naga
Sweet pepper (<u>Solanum annuum</u> L.)	New ace
Tomato (<u>Solanum esculentum</u> MILL.)	Toko-K
Kidney bean (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.)	America
Okra (<u>Abemoschus esculentus</u> MOENCH)	---
Strawberry (<u>Fragaria</u> X <u>Ananassa</u> DUCH.)	Harunoka
Chrysanthemum (<u>Chrysanthemum morifolium</u> RAMAT.)	Syuuho-no-chikara

入れた。対照として、湿った脱脂綿のみを入れた区（水のみ区）及び乾いた木綿布のみを入れた区（乾燥区）を設けた。調査は死亡するまで1日おきに行い、葉片は調査時に新しいものと交換し、産下された卵数を暗視野式実体顕微鏡下で調べた。なお、脱脂綿は乾かないように適宜湿らせた。試験は25℃（16L - 8D）の恒温器内で行い、各作物とも20頭（キュウリのみ24頭）の成虫を供試した。

幼虫・蛹期の発育と生存及び成虫期の生存と産卵について得られた結果から、各作物での個体群の増殖を示す指数として、一世代平均期間、一世代当り純繁殖率、1日当り内的自然増加率、1か月当り増殖倍率を求めた。

2. 結果

各作物での羽化までの生存率と発育日数をTable 5に示した。前蛹までの生存率はニガウリ、キュウリ、ナス、カボチャ、インゲンで高く、ピーマンでやや低く、オクラ、キクでは低かった。また、トマト、イチゴではそれぞれ2齢幼虫となったのは1頭のみで、他は1齢幼虫で死亡し、前蛹にまで発育した個体はみられなかった。前蛹期の死亡がカボチャ、ニガウリでやや多く、蛹期の死亡がカボチャ、ナスでやや多かった。ふ化から羽化までの生存率はキュウリ、インゲン、ナス、ニガウリで高く、ピーマン、カボチャでやや低く、オクラ、キクでは低かった。羽化成虫の性比はニガウリを除き80%前後であったが、ニガウリでは他に比べ雄の割合が高かった。

幼虫期間はカボチャで3.9日とやや短く、キュウリ、ニガウリ、ナス、ピーマン、インゲンでは約5日であり、キク、オクラで約7日と長かった。前蛹、蛹期間はどの作物でも約4日であり、ふ化から羽化までの日数も幼虫期間と同様にカボチャでやや短く、キク、オクラで長かった。

各作物での成虫寿命、産卵数をTable 6に、生存曲線、産卵曲線をFig.3に示した。成虫寿命はキュウリ、カボチャ、ナス、インゲンで16～15日と長く、ニガウリ、メロン、オクラ、ピーマンでやや短く（14～12日）、キク、トマト、イチゴで6～4日と短かった。また、乾燥区ではすべての個体が2日目には死亡したのに対し、水のみ区では平均寿命は約4日であった。イチゴでの生存曲線は水のみ区とほぼ同一であったが、トマトでの成虫寿命は水のみ区に比べ有意に長かった。

1雌当りの総産卵数はキュウリで約60卵と最も多く、メロン、ナス、カボチャがこれに次いで多く（33～22卵）、インゲン、ピーマン、ニ

Table 5. Developmental period and survival rate of Thrips palmi fed on various crops.

Crop	Prepupation rate (%)	Pupation rate (%)	Emergence rate (%)	Female ratio (%)	Duration of larval stage(days)	Duration of pre-adult stage(days)
Cucumber	74	72	66	71.2	5.1±0.2 ¹⁾	9.2±0.2 ¹⁾
Melon	70	55	50	78.8	4.7±0.2	9.0±0.3
Pumpkin	70	53	43	79.1	3.9±0.2	8.3±0.3
Balsam pear	77	65	61	57.3	5.0±0.3	9.4±0.2
Eggplant	74	71	62	85.5	5.0±0.2	9.1±0.2
Sweet pepper	53	50	45	71.1	4.7±0.4	9.0±0.4
Tomato	0	0	0	—	—	—
Kidney bean	69	69	65	73.8	5.1±0.2	9.2±0.2
Okra	23	23	20	90.0	7.2±0.5	11.7±0.6
Strawberry	0	0	0	—	—	—
Chrysanthemum	20	19	13	84.6	6.5±0.7	11.2±1.2

¹⁾ $\bar{x} \pm 95\%$ confidence limits

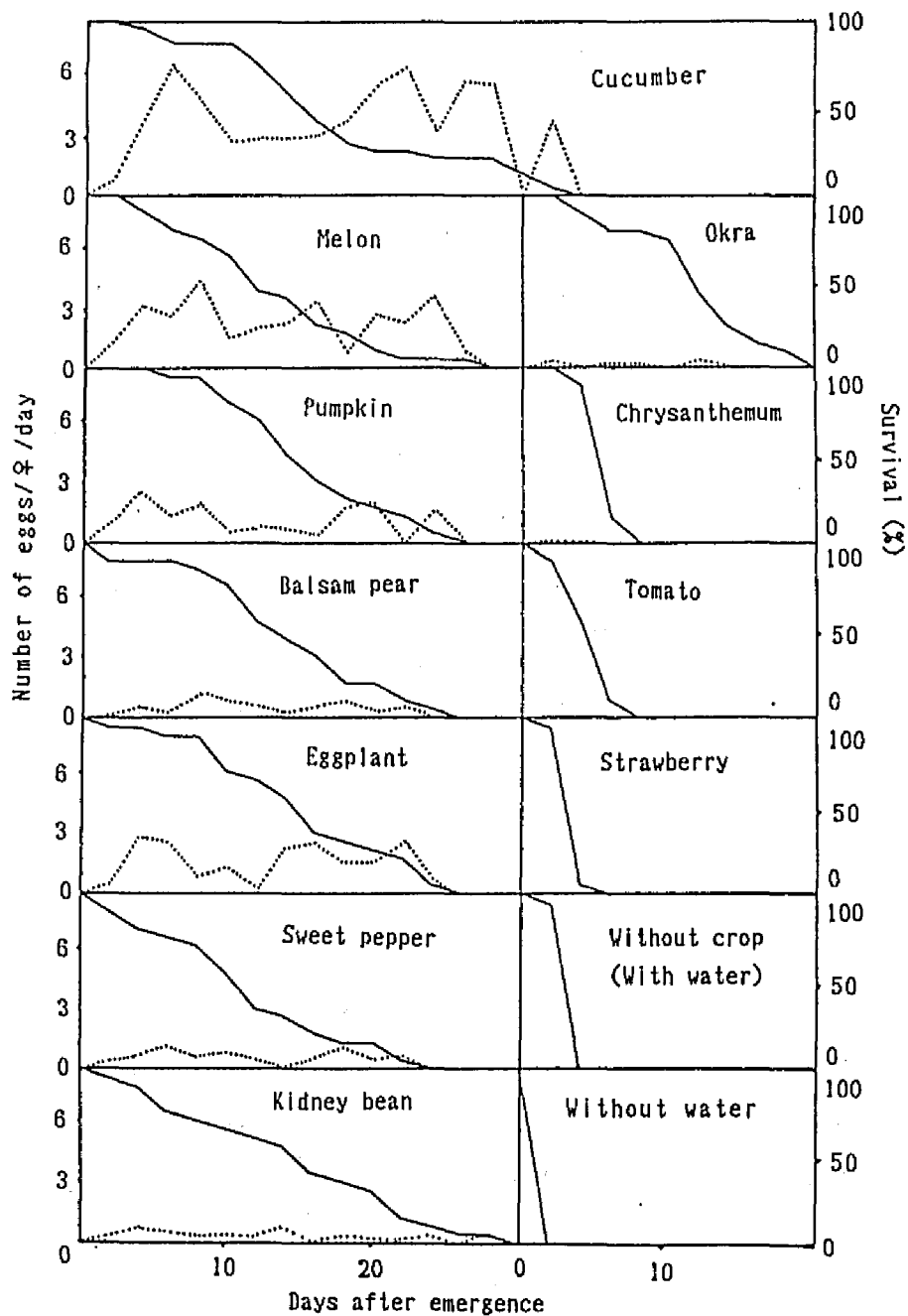


Fig. 3. Survival rate of the adult female of *Thrips palmi* (solid line) and the number of eggs (laid) daily (dotted line) fed on leaf of various crops.

Table 6. Longevity and fecundity of female of Thrips palmi fed on various crops.

Crop	Female longevity (days)	Fecundity (eggs/♀)	Rate of oviposition (eggs/♀/day)
Cucumber	15.8±3.6 ¹⁾	59.6± 8.5 ¹⁾	3.8±0.6 ¹⁾
Melon	13.3±2.8	32.5±13.1	2.4±0.4
Pumpkin	15.8±2.4	21.5± 7.2	1.4±0.3
Balsam pear	14.4±2.9	7.8± 1.7	0.5±0.1
Eggplant	15.5±2.9	25.1± 4.4	1.6±0.4
Sweet pepper	11.8±2.9	9.0± 3.2	0.8±0.2
Tomato	5.1±0.8	0	0
Kidney bean	15.0±3.6	9.8±3.0	0.7±0.3
Okra	12.4±2.1	2.8±0.9	0.2±0.1
Strawberry	4.0±0.3	0	0
Chrysanthemum	6.1±0.4	0.6± 0.4	0.1±0.1
Without crop (with water)	3.9±0.2	0	0
Without water	2.0±0.0	0	0

¹⁾ $\bar{x} \pm 95\%$ confidence limits

ガウリではキュウリの1/6～1/8 (10～ 8卵) であり、オクラ、キクでは極めて少なかった。また、トマト、イチゴでは産卵は認められなかった。各作物とも、産卵は羽化直後からみられ、全生存期間に及んだ。また、平均日当り産卵数は羽化直後は少ないが、その後は日齢にかわりなく一定であった。1日1雌当り産卵数はキュウリで 3.8卵と最も多く、メロン、ナス、カボチャ (2.4～1.4卵) がこれに次いで多かった。

各作物での個体群の増殖を示すため、一世代平均期間、一世代当り純繁殖率、1日当り内的自然増加率、1か月当り増殖倍率を、伊藤・村井 (1977) により求めTable 7 に示した。この試験では卵期の調査を行っていないため、卵期の死亡はないものとして計算した。また、未交尾の雌成虫を供試したため次世代はすべて雄成虫になる (葭原・

Table 7. Population growth of Thrips palmi fed on various crops.

Crop	Generation time(T) (days)	Net reproductive rate (R_0)	Intrinsic rate of natural increase / day (r)	Reproductive rate/month (R_m)
Cucumber	24.8	28.0	0.134	55.7
Melon	23.2	13.0	0.111	27.9
Pumpkin	24.8	7.3	0.080	11.0
Balsam pear	25.0	2.7	0.040	3.3
Eggplant	25.4	13.3	0.102	21.3
Sweet pepper	22.8	2.9	0.047	4.1
Kidney bean	25.2	4.7	0.061	6.2
Okra	25.9	0.5	-0.027	0.4
Chrysanthemum	21.2	0.1	-0.109	0.0

河合、1982) が、雌成虫を未交尾のまま飼育した場合と、交尾させて飼育した場合で、産卵数及び生存期間に差がない(寺本ら、1982)ことから、この試験の産卵数及び生存率を用いて計算した。一世代平均期間は作物間で大きな差はなかったが、一世代当り純繁殖率は作物により大きく異なり、キュウリで最大で、ナス、メロン、カボチャがこれに次いだ。1日当り内的自然増加率もキュウリで0.134と最大となり、メロン、ナス、カボチャの順(0.11~0.08)であった。1か月当り増殖倍率はキュウリで56倍、メロン、ナスで28~21倍、カボチャで11倍、インゲン、ピーマン、ニガウリで6~3倍となった。

3. 考察

葉片を用いた試験の結果から、本種の増殖は作物により大きく異なり、キュウリで最も大きく、メロンがこれに次いだ。これらの作物での生存率及び発育速度は他の好適な寄主植物の場合とほぼ同じであったが、産卵数は多かった。同じウリ科植物のカボチャ、ニガウリでは生存率及び発育速度はキュウリと大差なかったが、産卵数がカボチャでやや少なく、ニガウリで少なかった。このため増殖もこれらの作物ではキュウリに比べ劣った。しかしながら、カボチャ(松崎、1981)、ニガウリ(堀切、1981)でも大きな被害が認められており、キュウリに比べ増殖は劣るが主要な加害作物と考えられる。ウリ科植物では、他にトウガンでも大きな被害が認められており(鈴木・宮良、1984)、ウリ科果菜類はすべて重要な加害作物と考えられる。

ナス科植物での増殖も作物により大きく異なり、ナスで最も大きく、ピーマンでは劣り、トマトでの増殖は認められなかった。発育速度はナスとピーマンで変わらなかったが、ピーマンでの生存率は成・幼虫ともやや低く、産卵数も少なかった。しかしながら、ピーマンでは主に果実に寄生し(山本ら、1982)、その被害は低密度時からみられ、ピーマンは主要な加害作物である。トマトでの成虫寿命は水のみの方に比べ有意に長く、成虫は何らかの摂食をしているものと考えられる。しかしながら、幼虫は前蛹まで発育することができず、産卵もされておらず、トマトは寄主植物となりえないものと考えられる。ナス科植物では、ナス、ピーマンは主要な寄主と考えられ、それ以外にもジャガイモ(織田、1985)、ホオズキ(池田、1983)、タバコ(小泉、1985)など多くのものに寄生が認められるのに対し、トマトは本種の寄主植物になりえない。この原因の一つとして、忌避物質の関与が示唆されている(北村・河合、1986)。

マメ科植物のインゲンでは、生存率、発育速度とも他の好適な寄主

植物での値とほぼ同じであったが、産卵数は少なく、増殖は劣った。しかしながら、インゲンには大きな被害が認められており（松崎、1981）、主要な加害作物と考えられる。

アオイ科植物のオクラでは、発育速度が遅く、羽化率が低く、成虫寿命がやや短く、産卵数も少なく、この作物は好適な寄主とは考えられない。

バラ科植物のイチゴでは、成虫寿命は水のみとの区とほぼ同一であり、成虫は摂食しないものと考えられる。また、前蛹まで発育する個体が見られず、産卵も認められず、したがってイチゴは寄主となりえないものと考えられる。

キク科植物のキクでは、発育速度が遅く、羽化率が低く、成虫寿命は短く、産卵数も少なく、好適な寄主とは考えられない。しかしながら、本種はキクの重要害虫となっている。これは本種が芽を加害し、芽の展開後、傷となる（久保田ら、1984）という特殊な加害様式のため、少数の個体でも被害がめだつたためと考えられる。

このように、本種による作物の被害としては、葉の被害による収量の減少が主体となるもの（キュウリ等）と、果実（ピーマン、ナス等）あるいは葉（キク）等出荷物の直接の被害による品質の低下が主体となるものがある。このため各作物間での増殖の差は、必ずしも被害の差とは直接結びつかないことが多い。この点については第2編、第2章で詳しく論じる。

最後にミナミキイロアザミウマの増殖の品種間差について触れておきたい。本種による被害発現に品種間差のあることが、キク（久保田ら、1984）、ナス（田中、1985）、ピーマン（野中、私信）において知られている一方、ナス（松崎ら、1985）、ピーマン（野中、私信）、スイカ（松野、私信）では寄生数に品種間差がみられていない。このことから被害発現に品種間差が現われるのは、たとえばピーマンでは果皮とへたとの間の広狭（野中、私信）、ナスでは果皮の硬さなど、物理的性質が関与しているからだと考えられる。すなわち、増殖と被害発現とは必ずしも合致していない。このことから、増殖の品種間差は同一の葉片を用いた場合はほとんどないと考えられるので、この場合のように各作物1品種のみの試験でも、作物間の増殖の差を考察することは可能と考えられる。

第2章 圃場における個体数変動

一般に野外個体群においては、種々の増殖阻害要因が働くため、室内試験で得られた増殖能力を十分に発揮することができない。このため、個体群動態解明には、作物上での個体数変動を調べ、圃場における増殖、および増殖に関与する要因を明らかにしなければならない。ミナミキイロアザミウマについては、従来このような研究はまったくなかった。総翅目全般についても詳細な個体数変動に関する研究は少なく、DAVIDSON and ANDREWARTHA (1948a; 1948b) によるバラの *Thrips imaginis* BAGNALL、BULLOCK (1965) によるジョチュウギクのクロゲハナアザミウマ *Thrips nigropilosus* UZEL、LAUGHLIN (1970) によるユーカリの *Isoneurothrips australis* BAGNALLの研究などがあるにすぎない。

ここでは、施設栽培及び露地栽培のキュウリにおいて本種の個体数変動を調べ、増殖に関与する要因を検討するとともに、低密度時の個体数変動に大きな影響を及ぼす密度と交尾率の関係を施設栽培のキュウリで検討した。

第1節 施設栽培キュウリにおける増殖

施設栽培のキュウリにおける本種の増殖、及び増殖に関与する要因を検討するために、キュウリを栽培した無加温のビニルハウスに本種を放飼し、個体数変動を調べた。

1. 材料及び方法

調査施設及び供試作物

調査は野菜試験場久留米支場（福岡県久留米市御井町）内のビニルハウス（奥行9m、間口5.4m）で行った。1981年9月24日にキュウリ‘さちみどり’（8月21日播種）を、畝幅100cm、株間60cmの千鳥植で45株定植し、無加温で栽培した。供試株は1本仕立てとし、主枝は25節、側枝は2節で摘心し、孫枝は除去した。

供試虫および調査方法

野菜試験場久留米支場において累代飼育しているミナミキイロアザミウマを、定植5日後の9月29日に放飼した。放飼は、寄生葉をプラスチック容器に入れ、各うねの北側3か所ずつ（合計12か所）に静置する方法で行った。放飼成虫数は合計 662頭であり、他に少数の幼虫

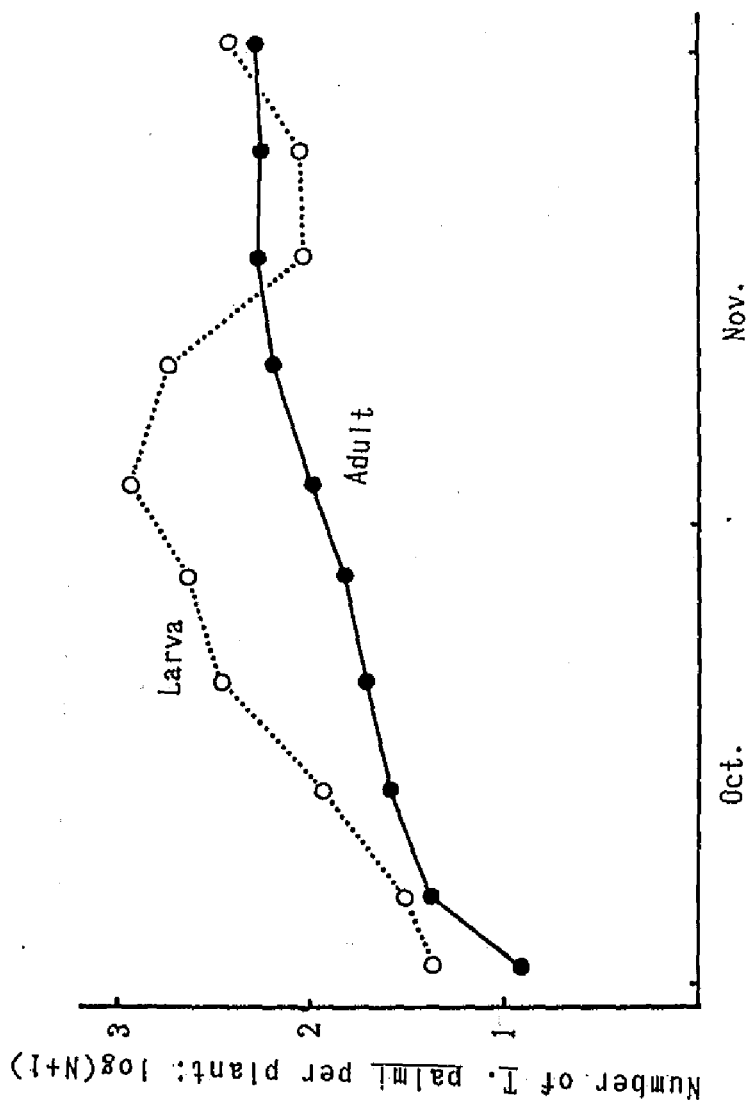


Fig. 4. Population changes of *Thrips palmi* on cucumber cultivated in a plastic house.

(頭数不明)が放飼された。

調査は放飼2日後より開始し、原則として7日間隔で行い、すべての株の全葉について成幼虫別に虫数を数えた。

2. 結果

ミナミキイロアザミウマの株当たり成・幼虫数の経時的変化をFig. 4に示した。放飼後成虫数は急速に増加し、放飼34日後に株当たり99.4頭、49日後に196.0頭に達した。その後は低温により株が枯死するまで195頭前後を保った。放飼からピークに至るまでの成虫個体数の変化は、 $\ln N_t = 0.05t + 2.87$ (t : 放飼後日数、 N_t : t 日後の個体数)の直線式によく適合した (Fig. 5)。すなわち、放飼から50日間の成

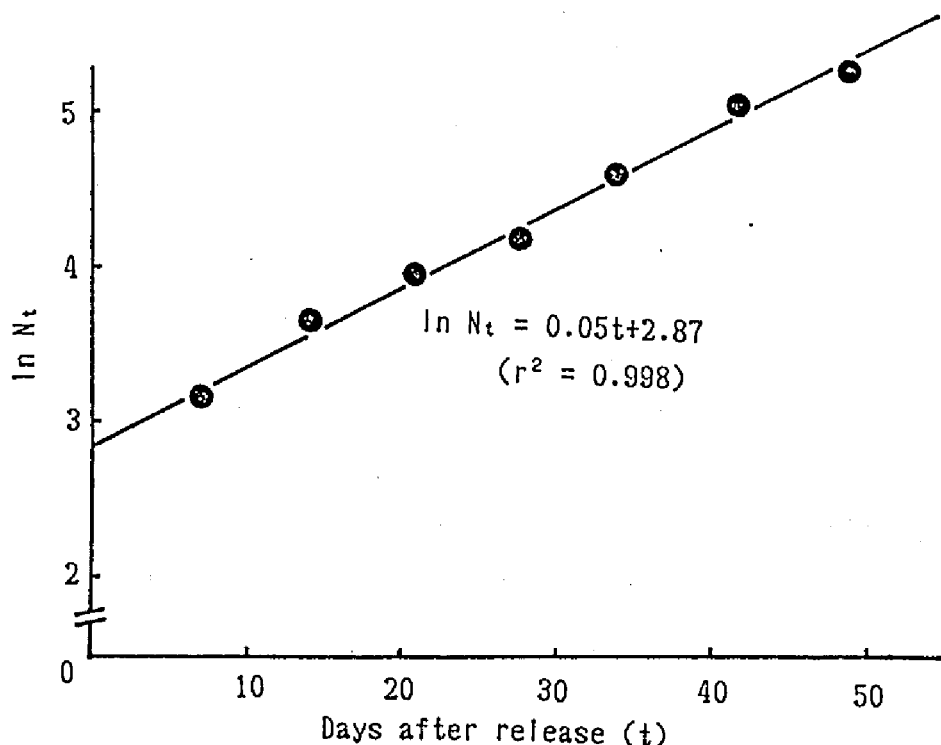


Fig. 5. Fitting of the the equation of exponential growth ($N_t = N_0 \cdot e^{rt}$) to the changes in density of Thrips palmi adults on cucumber cultivated in a plastic house ($N_t = N_0 \cdot e^{rt}$) (N_t ; number of adults per plant at time t , r ; intrinsic rate of natural increase).

虫の株当たり個体数の増加過程は指数関数的成長式 $N_t = N_0 \cdot e^{rt}$ (e : 自然対数の底、 r : 瞬間増加率、 N_0 : 初期個体数) によってあらわすことができ、1日当りの瞬間増加率は0.05となった。

幼虫個体数も成虫個体数と同様に、放飼後指数関数的に増加し、放飼21日後に株当たり302.1頭、34日後に890.8頭に達した。その後、放飼42日目の低温(最低気温 3.0℃)によりキュウリの葉に障害がみられ、個体数は減少した。

3. 考察

生物個体群は環境による制限のない理想的条件下においては、指数関数的に増加することが知られている。施設内環境はビニル、ガラス等により外界と隔離されているため風雨の影響が小さく、温湿度条件も多く昆虫にとって好適であり、天敵等の増殖阻害要因も小さいため、植物の生長にともなって寄生場所や餌が十分に与えられる時期では環境による制限がきわめて小さいと考えられる。このような施設内において昆虫個体群は指数関数的に増加することが、ワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVER (松崎、1974)、オンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* WESTWOOD (那波ら、1978; 山田ら、1979) などで報告されている。施設内における総翅目昆虫の増殖を調べた報告はないが、露地においてはジョチュウギクでのケグロハナアザミウマ (BULLOCK、1965)、牧草での *Anaphothrips obuscus* (MULLER) と *Aptinotrips rufus* (GMELIN) (KAMM、1972)、ダイズでの *Sericothrips valialis* (BEACH) (IRWIN et al., 1979) などで、発生初期からの急速な密度の上昇が報告されている。

本試験でのキュウリ施設内のミナミキイロアザミウマ成虫個体数は放飼後50日間は指数関数的な増加を示し (Fig.5)、幼虫個体数も低温による葉の障害のみられるまでは同様の傾向であった (Fig.4)。キュウリの栽培前期のビニルハウス内環境はミナミキイロアザミウマ個体群の増殖に好適であり、個体群の指数関数的な成長が行われると考えられた。

第2節 露地栽培キュウリにおける増殖

露地栽培キュウリにおける本種の増殖、および増殖に関与する要因を検討するために、キュウリを栽培した圃場に本種を放飼し、個体数変動を調べた。

1. 試験方法

野菜試験場久留米支場内の圃場に、1983年5月18日にキュウリ‘さちみどり’（4月20日播種）を、株間72cmの一条植えで、41株定植した。供試株は1本仕立てとし、主枝は25節、子枝は2節で摘心し、孫枝は除去した。

定植9日後の5月27日に野菜試験場久留米支場において累代飼育しているミナミキイロアザミウマを放飼した。放飼は、キュウリの寄生葉を各株の株元に静置する方法で行い、放飼虫数は数えなかった。

寄生虫数の調査は放飼7日後より開始し、原則として7日間隔で行った。6月10日までは全株について、それ以後は1株おきに、すべての葉について成・幼虫別に虫数を数えた。

2. 結果

ミナミキイロアザミウマの株当たり成・幼虫数の経時的变化及び調査期間中の降水量をFig.6に示した。放飼7日後の株当たり成虫数は 20.5 ± 13.8 頭、幼虫数は 15.5 ± 15.6 頭であった。その後、成虫数は急速に増加し、株当たりで放飼14日後に149.7頭、35日後に440.7頭に達した。その後は、本種の加害による葉の悪化により、個体数は急速に減少した。放飼からピークに至るまでの個体数の変化は、 $\ln N_t = 0.098t + 3.04$ （ t ：放飼後日数、 N_t ： t 日後の個体数）の直線式に良く適合した（Fig.7）。すなわち、放飼から約1か月間の成虫の株当たり個体数の増加過程は、指数関数的成長式 $N_t = N_0 \cdot e^{rt}$ （ e ：自然対数の底、 r ：瞬間増加率、 N_0 ：初期個体数）によって表わすことができ、1日当りの瞬間増加率は0.098となった。

幼虫個体数も成虫個体数と同様に、放飼後指数関数的に増加し、放飼27日後に株当たり1,391.3頭に達した。その後しばらくは株当たり1,000頭前後を保った後、加害による葉の劣化の進行に伴って急速に減少した。

3. 考察

一般に露地栽培においては、植物の成長に伴って寄生場所や食物は十分に存在するが、風雨等の物理的増殖阻害要因の働きが大きく、天敵等の生物的増殖阻害要因の働きも大きいものと考えられる。このため、ワタアブラムシ（松崎、1972a）、ニセナミハダニ *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval)（松崎・桐谷、1972）で示されたように、多くの昆虫では露地栽培の作物においては施設栽培に比べ増殖が抑えられる。

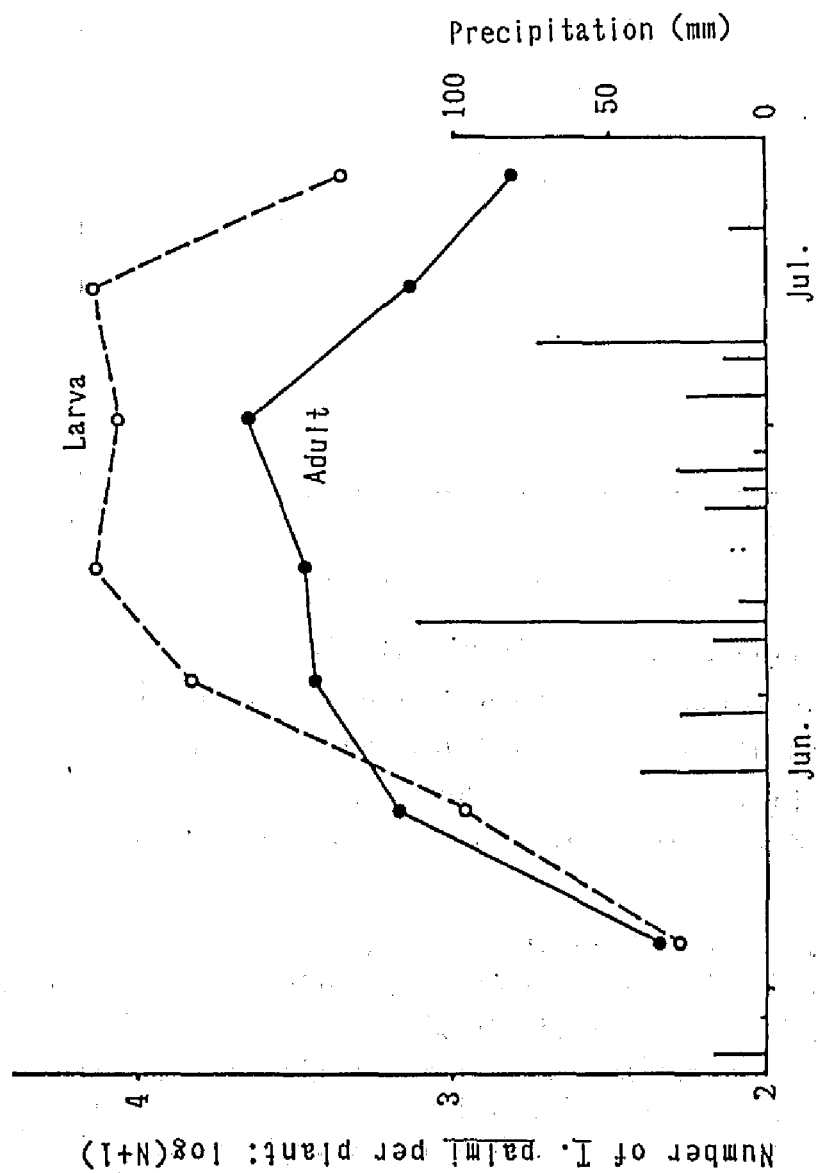


Fig. 6. Population changes of *Thrips palmi* on cucumber cultivated in open field in relation to the amount of precipitation.

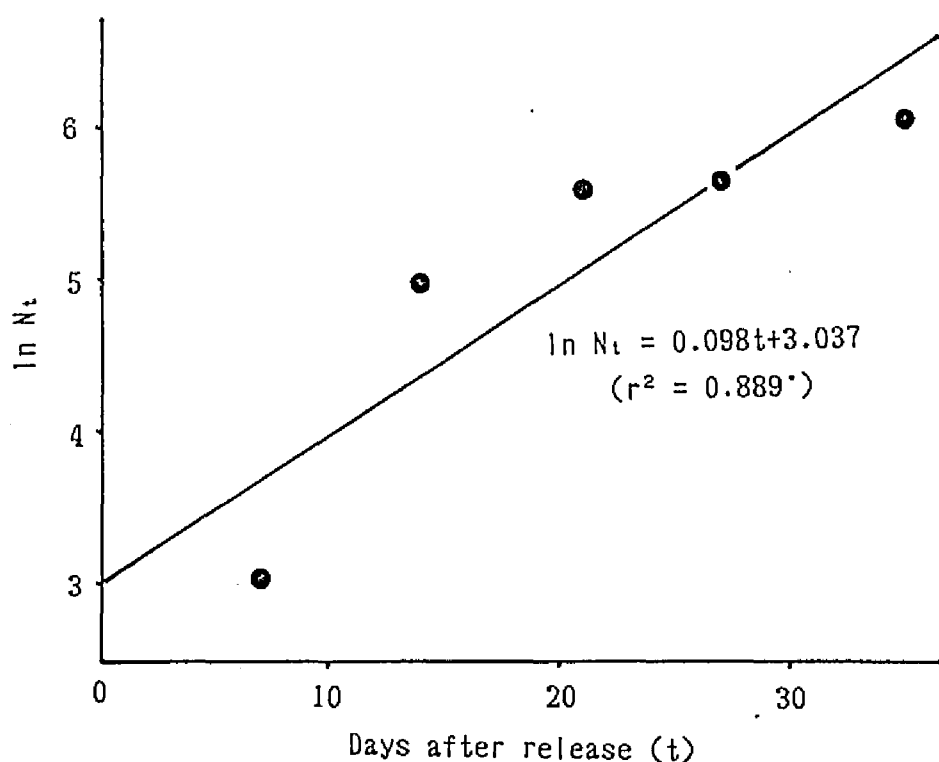


Fig. 7. Fitting of the the equation of exponential growth ($N_t = N_0 \cdot e^{rt}$) to the changes in density of Thrips palmi adults on cucumber cultivated in open field ($N_t = N_0 \cdot e^{rt}$) (N_t ; number of adults per plant at time t , r ; intrinsic rate of natural increase).

しかしながら、ミナミキイロアザミウマは、露地栽培においても施設栽培と同様にキュウリの生育前期には指数関数的に増加することが示された。本試験においては、放飼後2週間は降雨がほとんどなかったが、その後6月20日に111.7mmのまとまった降雨があり、19日間で271.6mmの降水量であった。しかしながら、寄生により葉が劣化する7月上旬までは指数関数的な増殖を続けており、この程度の降雨は本種の密度増加に大きな影響を及ぼさなかったものと考えられる。また、梶田(1985)は、本種の捕食性天敵として、ヒメハナカメムシ Orius sauleri (Poppius)、ヒメハナカメムシの一種 Orius sp.、ケナガカブリダニ Amblyseius longispinosus (Evans)、オキナワカブリダニ

A. okinawanus EHARA をあげているが、本試験の調査期間中の観察では有力な天敵は認められなかった。本種は、我が国へ侵入してから数年しか経過しておらず、有力な天敵がないものと考えられた。

露地栽培キュウリにおける成虫の日当たり瞬間増加率について、本試験では 0.098 という値が得られた。これは、前節の施設栽培キュウリにおける値 (0.05) より大きかった。この 2 つのデータに、12 月から 4 月にかけての加温ビニルハウス栽培のキュウリでの結果 (西野ら、1983) 及び 9 月から 11 月にかけての無加温のビニルハウス栽培のキュウリでの結果 (河合、未発表) を加え、指数関数的増加のみられた期間の平均気温と日当たり瞬間増加率の関係を Fig.8 に示した。両者の間には正の相関がみられた。また、圃場試験により得られた瞬間増

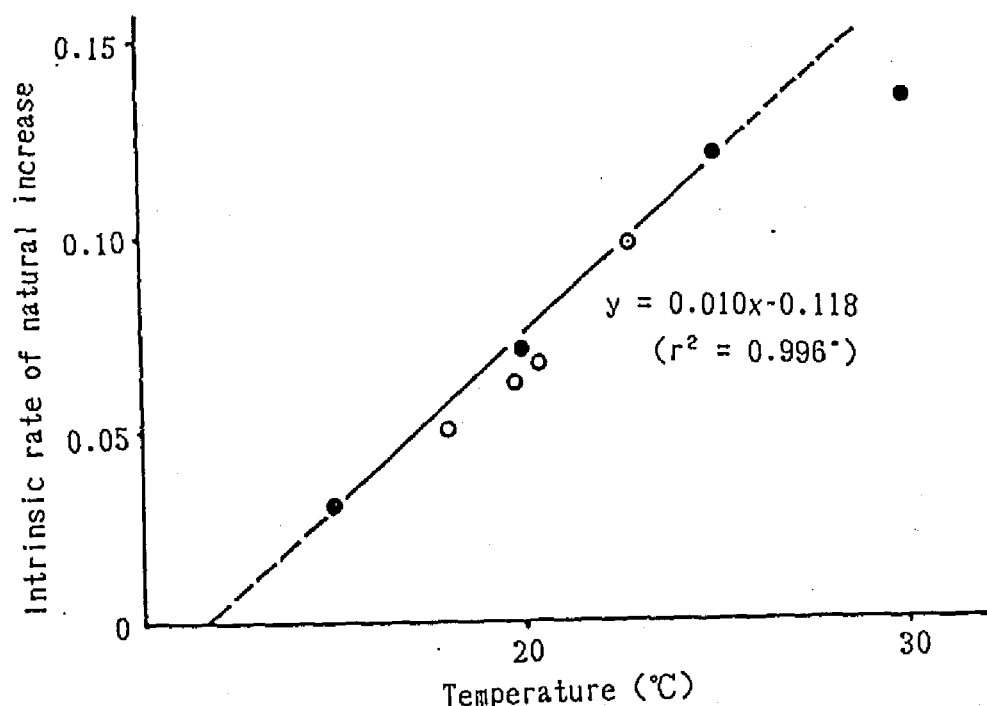


Fig. 8 Relationship between temperature and the intrinsic rate of natural increase. ●:laboratory rearing, ○:open field, ⊙:plastic house. Temperatures are constant in laboratory rearing, and mean temperatures are used for the data of experiments in open field and plastic house.

加率は、飼育試験より推定された各温度での内的自然増加率の80～90%であり、キュウリの生育前期の餌の十分にある状態では露地、施設のいずれでも本種が増殖能力を十分に発揮して個体群を成長させているものと考えられた。

第3節 寄生密度と交尾率

極めて低密度時においては交尾相手の発見が困難となり、密度の低下に伴い交尾率が低下することが考えられる。ミナミキイロアザミウマは産雄単為生殖を行い、未交尾の雌成虫の次世代はすべて雄となり、交尾した雌成虫の次世代は雌雄どちらにもなるが雌が多い（葭原・河合、1982）。西野ら（1983）によれば、粘着トラップへの誘引数は高密度時には雌雄ほぼ等しいが、低密度時には雄の割合が極めて高くなる。このことから、本種では低密度時には交尾確率が低下していることが推定される。

そこで、密度を変えて本種を接種し薬剤散布により各区の密度を一定に保ち、性比を調べることにより、密度と交尾率の関係を明らかにした。

1. 材料及び方法

野菜試験場久留米支場内の2棟のビニルハウス（A：奥行20m、間口5.4m、B：奥行25m、間口5.4m）のそれぞれを白寒冷紗により2区に区切った。1985年9月26日にキュウリ‘さちみどり’（9月7日播種）をAハウスの各区には48株（各区3畝、各畝16株）、Bハウスの各区には78株（各区3畝、各畝26株）定植した。地表面は黒ポリフィルムで被覆し、無加温で栽培した。供試株は1本仕立てとし、主枝は25節で、側枝はすべて2節で摘心した。ミナミキイロアザミウマ以外に、ワタアブラムシ、うどんこ病、べと病の発生が認められたため、ミナミキイロアザミウマに影響の少ないDDVP乳剤、キノキサリン系水和剤、トリアジメホン水和剤、TPN水和剤、ホセチル水和剤を適宜散布した。なお、散布は全区同じ様に行った。

放飼は定植6日後の10月2日に行い、所定数の成虫の寄生した葉を株元に静置した。なお、放飼場所は各区6か所とした。放飼数はI区が150頭、II区が60頭、III区が40頭、IV区が20頭とした。放飼後、I区は雌雄成虫合計葉当たり0.5頭、II区は0.2頭、III区は0.1頭、IV区は0.05頭を目標に、Fig.9に示すようにBPMC乳剤、DMTP水和

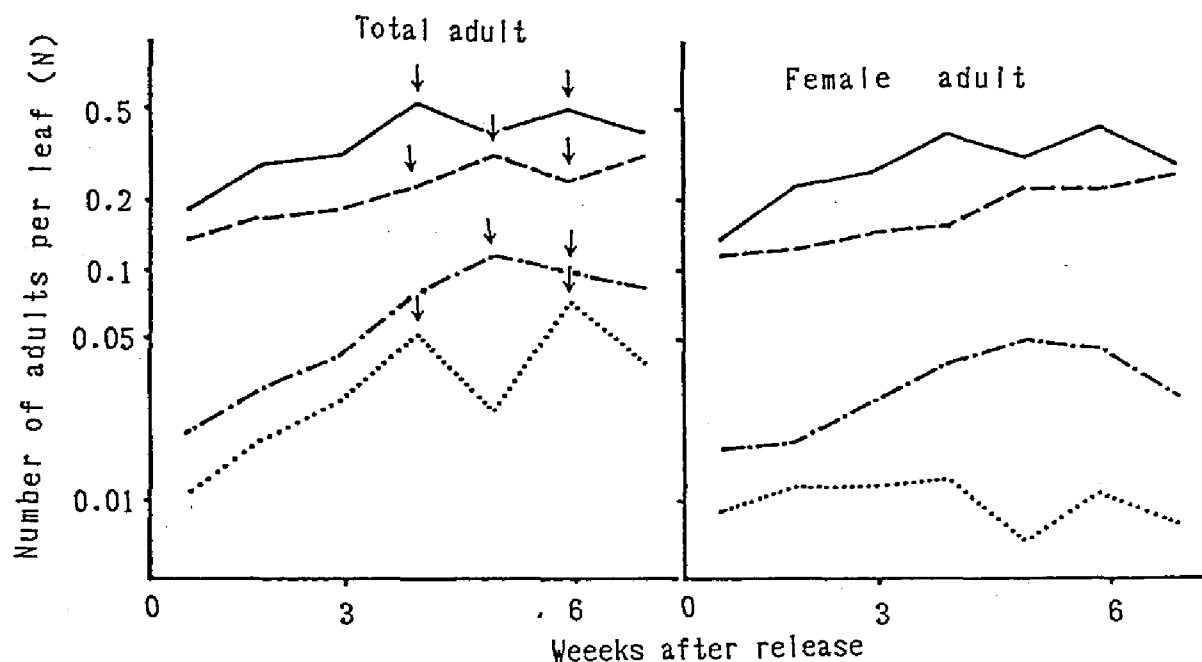


Fig. 9 Fluctuation of densities of total adult (left) and adult female (right) of *Thrips palmi* on the cucumber cultivated in a plastic house for each plot. Densities in each plot were controlled by spraying insecticides. Expected densities for each plot was 0.5(—), 0.2(---), 0.1(-.-.-) and 0.05(.....) adult per leaf, respectively. Arrows indicate the time of spraying. The ordinate is represented in log scale(log N).

剤を散布した。なお、AハウスにⅠ区、Ⅱ区を、BハウスにⅢ区、Ⅳ区を設けた。

調査は放飼後、全株について原則として7日間隔で行い、各株の若い展開葉10枚を選び、雌雄別に成虫数を数えた。

2. 結果及び考察

各区における雌雄合計成虫数及び雌成虫数の変動をFig.9に示した。放飼直後は各区とも目標密度に達せず、とりわけⅢ区、Ⅳ区では目標を大きく下まわった。しかし、放飼4週間後から7週間後までは各区とも、ほぼ目標密度を保っていた。雌成虫数も同様に、放飼4週間後から7週間後までは各区とも、ほぼ一定の値を保っていた。各区にお

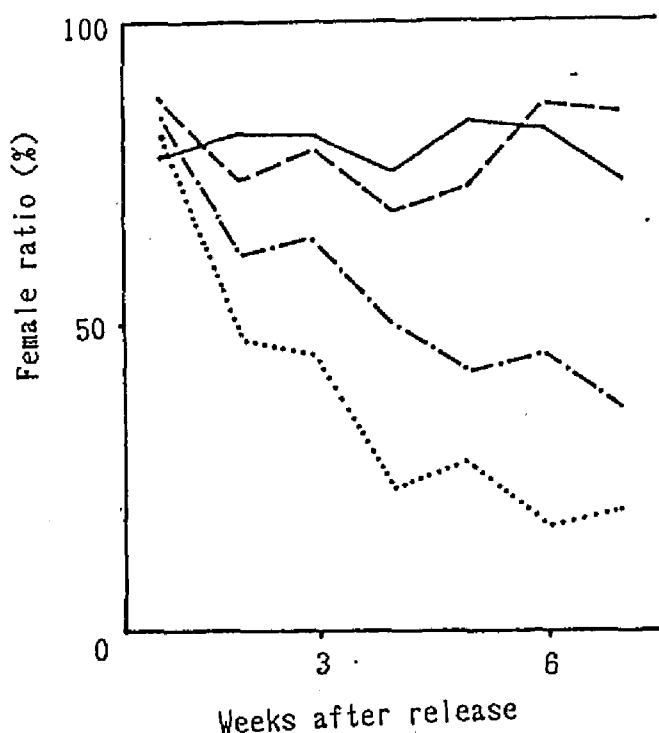


Fig. 10 Fluctuation of the female ratio of *Thrips palmi* on the cucumber cultivated in a plastic house for each plot. Each line represents the same plot as described in Fig.9.

ける雌率の変動をFig.10に示した。放飼直後は各区とも80%前後であり、I区、II区ではその後も80%前後を保った。これに対し、III区、IV区では、雌率は徐々に低下し、放飼4週間後にIII区で50%、IV区で24%となり、その後はIII区、IV区ともほぼ一定であった。放飼直後に性比が高かったのは卵から羽化した次世代の雌というよりも、放飼した成虫の性比の影響と考えられた。

雌成虫数、性比が各区とも安定していた放飼4週間後から7週間後までのデータの平均値を用い、葉当たり雌成虫数と雌率の関係をFig. 11に示した。葉当たり雌成虫数が0.2頭以上では雌率は約80%であったのに対し、低密度区では雌の比率が低かった。このように密度によって雌率に変化するのは、交尾確率が密度によって変動するためと考えられる。また、高密度区での雌率は飼育試験（第1章、第1節）で

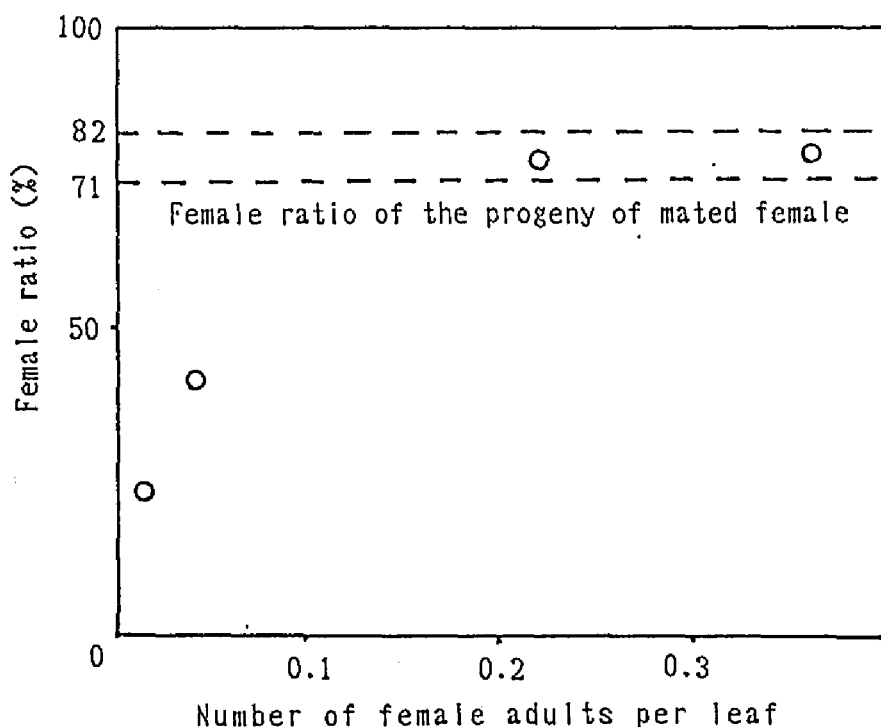


Fig. 11 Relationship between the density of adult females of Thrips palmi per leaf of the cucumber cultivated in a plastic house and the female ratio.

得られた交尾雌成虫の次世代の雌率（71～82%）とほぼ一致した。そこで、葉当たり雌成虫0.2頭以上の2区での交尾率を100%と考え、低密度区での交尾率を計算し、Fig.12に示した。

Kuno (1978) は交尾がランダムに行われる時の交尾率を記述するための3種のモデルを述べている。雄の交尾能力を無限とする最も単純なモデル0では、交尾率 p は

$$p = 1 - (1 - a_T)^n$$

で表わされ（ a_T ：雄の探索面積の割合、 M ：雄虫数）、面積が無限に大きい時、

$$p = 1 - e^{-S_T m}$$

で近似される（ S_T ：雄の探索能力、 m ：雄密度）。このモデルを用い

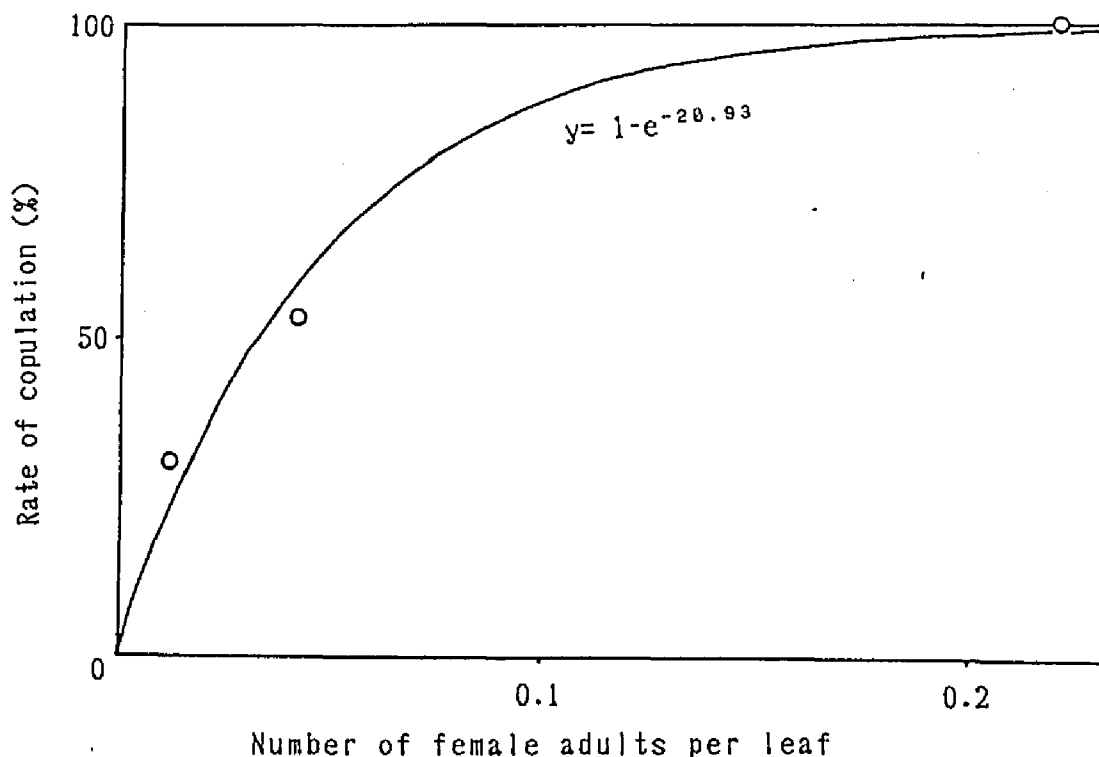


Fig. 12 Fitting of the theoretical curve to the relationship between the density of *Thrips palmi* per leaf of the cucumber cultivated in a plastic house and the rate of copulation according to Kuno(1978).

雄密度のかわりに、雌密度を用いると、葉当たり雌成虫数（ x ）と交尾率（ y ）の間には $y = 1 - e^{-28.93x}$ の式が得られた。

西野ら（1983）によれば、防除を実施しているキュウリ栽培ハウス（栽培終了時の密度が最も高く、成・幼虫合計で葉当たり0.2頭）では栽培全期間にわたり雄の割合が高かったのに対し、防除を実施しなかったキュウリ栽培ハウス（栽培終了時の密度が最も高く、成・幼虫合計で葉当たり約9頭）では生育前期には雄の割合が高かったが、生育後期には性比はほぼ50%になった。この試験で50%の性比をもたらした成虫密度は明らかでないが、本試験の結果はこの性比の変化をよく説明しうる。

多くの昆虫においては、フェロモンを用いたり、生殖期に集団（leck）を形成することにより、低密度時の交尾確率の低下を回避している。そのため、交尾確率の低下が個体数変動に大きな影響を及ぼしている例は少ない。本種の原産地での生態に関する知見がまったくないため、原産地においても交尾確率が低下するほどの低密度条件が普遍的におこっているかは不明である。しかしながら、本種の産卵数は交尾雌と未交尾雌とで等しく（寺本ら、1982）、成虫寿命が産卵から羽化までの期間に比べ長く（第1章、第1節）、雄の活動性が雌に比べ高いこと（第3章、第5節）から考え、本種は低密度時には多数の活動性の高い雄を産むことにより、結果的に絶滅をさせているものと考えられる。

第3章 個体群の空間分布と分散

第2章で個体群の経時的な動態すなわち個体数の変動と、変動に関与する要因を検討した。ここでは、個体群動態のもう一つの側面である個体群の空間的動態すなわち、個体群の空間分布と、空間分布をもたらす要因としての分散の検討を行った。

第1節 施設栽培キュウリにおける空間分布

第2章、第1節の施設栽培キュウリにおける増殖の調査データを用い、施設栽培キュウリにおける空間分布を検討した。

1. 葉位別分布

ミナミキイロアザミウマは大部分が葉に寄生しており、果実、花等に寄生する個体は極めて少なかった。キュウリにおける株内垂直分布を検討するために、各株の主枝のデータを用いて、主枝上の全個体数に対する各葉位上の個体数の割合の経時的变化をFig.13に示した。どの調査日においても葉位別分布は、成・幼虫とも1山型となった。

成虫の多い葉位は、放飼2日後には7~11葉、7日後には8~13葉、14日後には10~15葉、21日後には11~16葉と、摘心前ではキュウリの生育に従い上位へ移ったが、頂葉からの位置は5~10番目の葉位でほぼ一定であり、展開直後の成葉であった。摘心（放飼28日後）後は、主枝では頂葉付近に最も多く、側枝の展開直後の成葉では高さにかかわらず多かった。成虫は葉の存在する高さではなく葉齢により、展開直後の成葉に集中しているものと考えられた。

幼虫の多い葉位も、放飼7日後、14日後には8~12葉、21日後には10~14葉、28日後には11~15葉とキュウリの生育に従い上位へ移ったが、頂葉からは10~15番目の葉位でほぼ一定であった。幼虫の多い葉位は前回調査時（原則として7日前）の成虫の多い葉位とよく一致しており、成虫が集中して産卵した結果と考えられた。摘心後は幼虫の多い葉位もしだいに上位へ移り、放飼49日目以後は主枝では頂葉に最も多かった。

2. 空間分布

分布構造を解析するために、各調査日ごとの調査施設の平均密度（ \bar{x} ）、平均こみあい度（ \bar{v} ）を葉単位、株単位でもとめ、Iwao (1968)

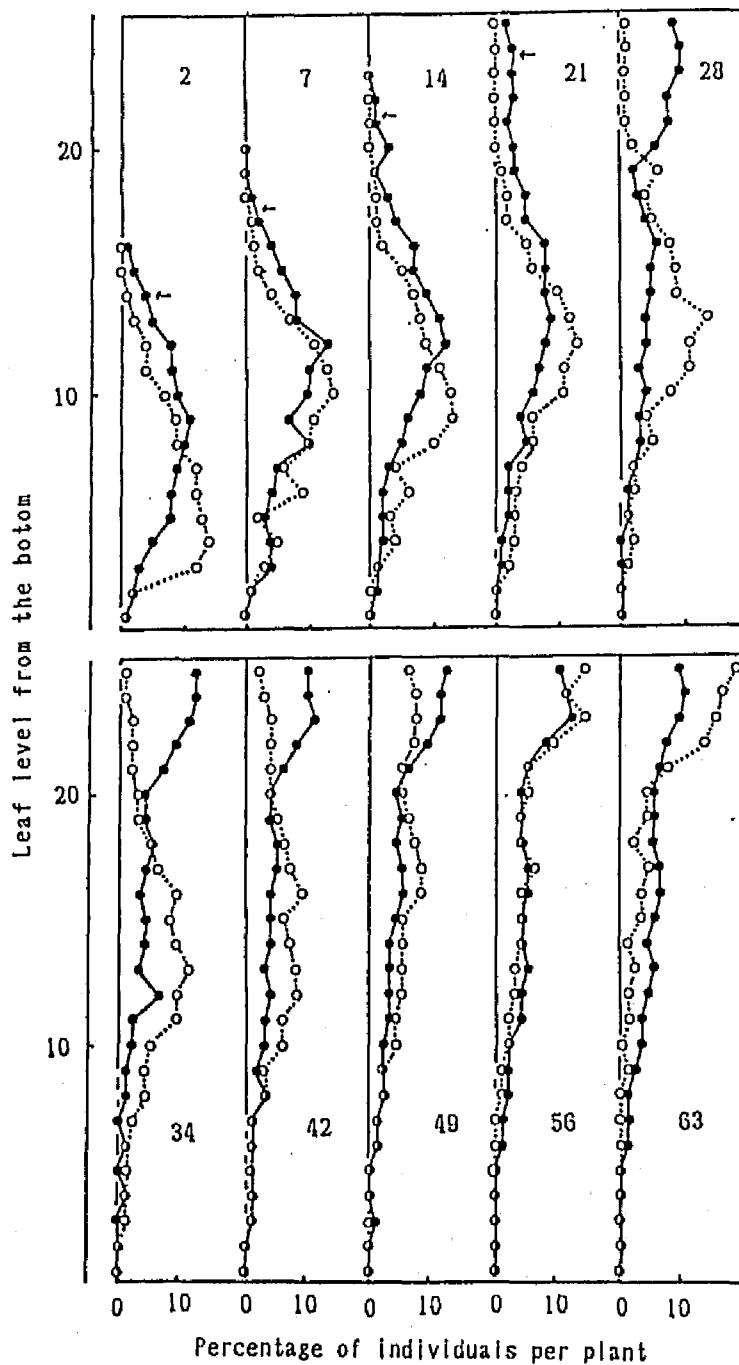


Fig. 13 Micro-distribution of Thrips palmi on the cucumber plant cultivated in a plastic house in relation to the position of leaves. Numerals indicate the days after release and arrows show the average position of top leaves.
 ●:adult, ○:larva

の $m-m$ 回帰分析法により示した。葉単位でみた場合、基本集合度示数 (α) は成虫で 0.70、幼虫で 7.42 であり、密度集中度係数 (β) は成虫で 2.27、幼虫で 3.66 であった (Fig. 14)。 β は成虫、幼虫とも 1 より大きく、強い集中分布をしており、成虫では α が 0 に近いことから個体を単位とし、幼虫では 0 より大きいことから小さなコロニーを単位として分布していることが示された。 β の値は成虫より幼虫で大きく、幼虫でより集中が著しいと考えられた。これは、成虫での α が 0 に近いのに対し、幼虫での α が 7.42 と大きいことから示されるように、雌成虫による展開直後の成葉への集中産卵によるものと考えられた。

株単位でみた場合は、 β は成虫で 1.15、幼虫で 1.54 であり (Fig. 15)、成虫での β は 1 に近く、株間分布は成虫ではほぼランダム、幼虫で弱い集中分布と考えられた。

3. 考察

ミナミキイロアザミウマの成虫の株間分布はランダムであった (Fig. 15)。これは、均質な小型の施設内で活発に分散活動が行われたことを示している。分散が活発なことは、各うねの北側から放飼したのにもかかわらず、放飼 2 日後にはすでに最も南側の株にまで成虫が認められたことから示される。成虫の葉位別分布は展開直後の成葉付近をピークとした 1 山型を示した (Fig. 13)。キュウリの葉は展開後しばらくは葉面積を増しており、単位面積当りの密度で考えた場合は、未展開葉から展開直後の成葉までがほぼ同一で最も多いと考えられ、葉単位での分布が個体を単位とした集中分布である (Fig. 14) こととあわせ、分散の過程で成虫が未展開から展開直後の若い葉に集中したものと考えられた。

ミナミキイロアザミウマの幼虫は 2 齢から前蛹になる時に地表に落下し、土中で前蛹になるが、幼虫は老熟するまでは株が餌として好適であれば株間、葉間の移動は少ないと考えられ、幼虫の分布はほぼ成虫の産卵によって決定されると思われた。幼虫の株間分布は弱い集中分布の傾向を示しており (Fig. 15)、葉間分布は小さなコロニーを単位とした集中分布であった (Fig. 14)。また、集中度は成虫より幼虫のほうが強かった。このことは、幼虫の葉位別分布のピークが 7 日前の成虫の葉位別分布のピークと一致したことから考えると、若い葉に集中した成虫が、その場所に産卵した結果と考えられる。

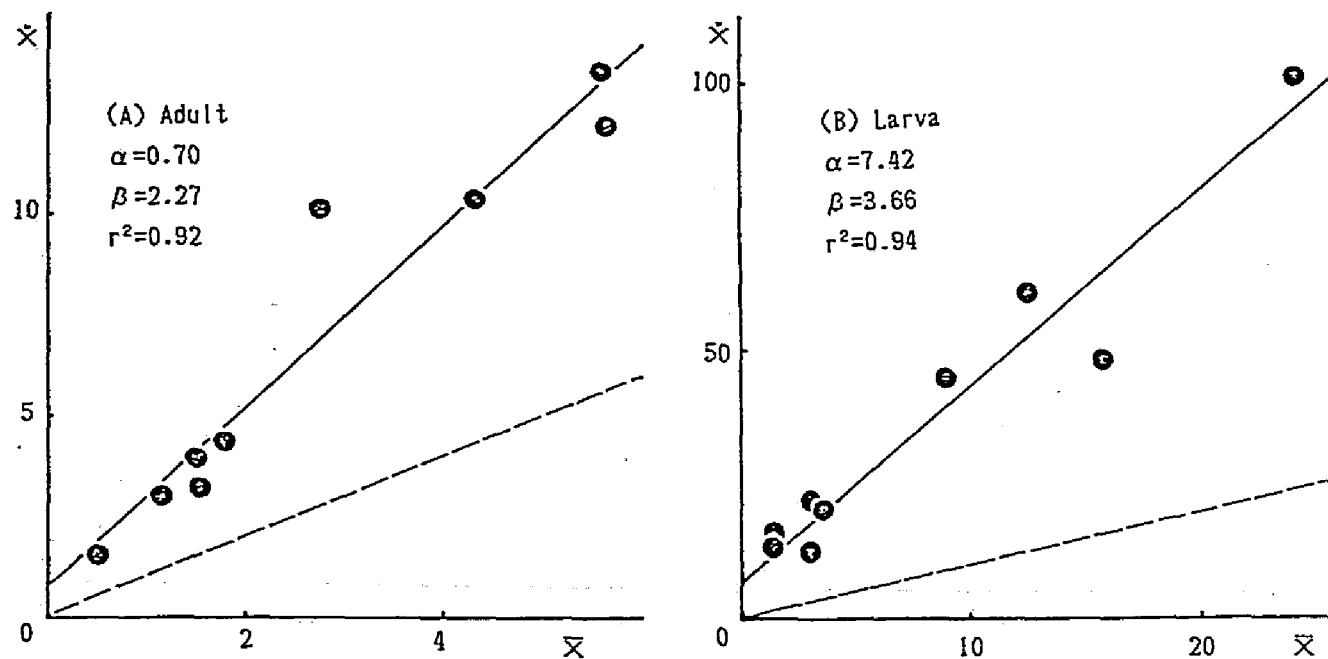


Fig. 14 Relation of mean crowding (\bar{x}) to mean density (\bar{x}) for the number of Thrips palmi per cucumber leaf cultivated in a plastic house. Broken line indicates the Poisson distribution.

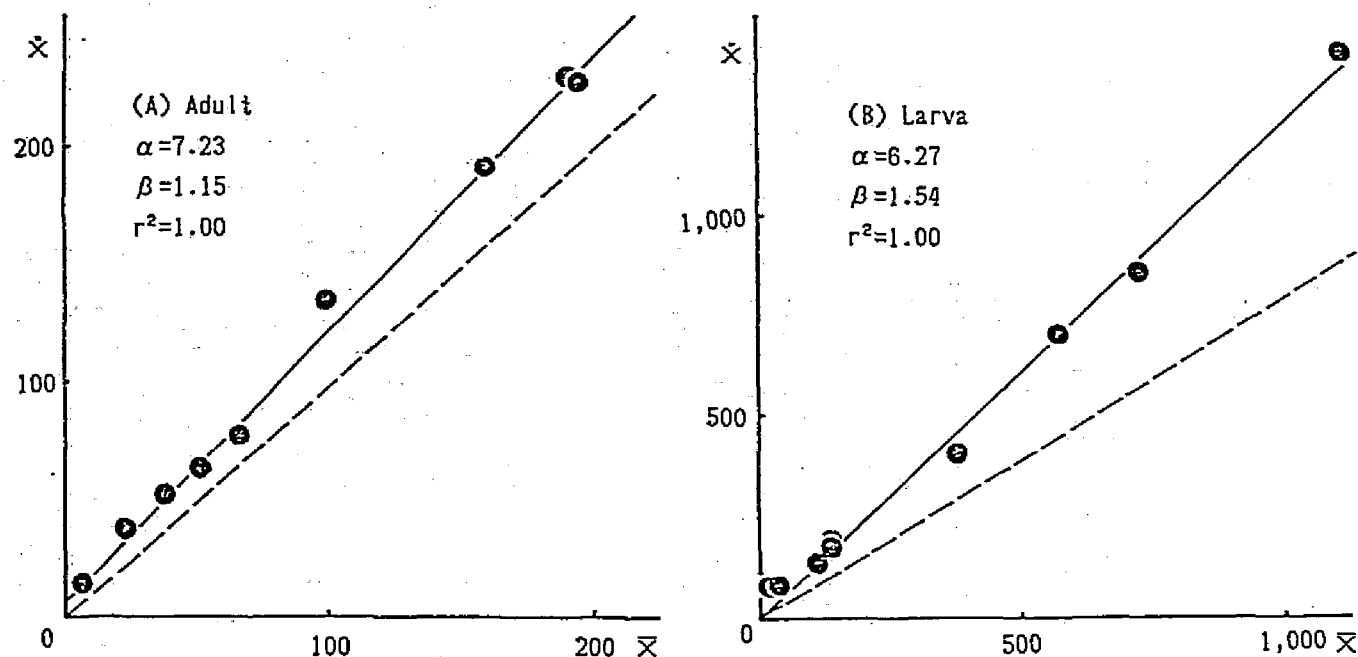


Fig. 15 Relation of mean crowding (\bar{x}) to mean density (\bar{x}) for the number of Thrips palmi per cucumber plant cultivated in a plastic house. Broken line indicates the Poisson distribution.

第2節 施設栽培ナスにおける株内分布

作物により寄生部位が大きく異なることから、株内分布の調査はキュウリのみでなく、ナスでも行った。ナスでは一般農家の施設を用い、葉位別及び部位別寄生数の調査を行った。

1. 材料及び方法

調査は福岡県三池郡高田町江の浦のナス栽培農家のビニルハウスで行った。ハウスは5連棟（約20a）で北に入口をもち、各棟とも南北に長い3畝から成っていた。品種は‘黒陽’で、1981年9月20日定植で主枝4本仕立てであった。

株内分布の調査は、11月20日にDMTP水和剤の散布が行われたので、その前後の19日と21日に行った。東端の棟から3株と、中央の棟から2株、計5株を選び調査を行った。これらの株の主枝4本のそれぞれにつき、各節（ナスにおいては主枝上のある位置から数枚の葉が展開し、その葉えきに側枝が発生するが、この側枝は摘心される。このような位置を以後‘節’と呼ぶ）1枚ずつの葉を選び主枝上の下位節から上に順に葉表、葉裏にいる成、幼虫数を葉ごとに計数した。蕾、花、幼果、果実については各株ごとに計約10個ずつ萼を除去して内側にいる虫も含め虫数を数えた。

2. 結果及び考察

株内分布調査の結果をFig.16に示した。展開葉と未展開葉の境界を図中に点線で示した。DMTP剤散布前日の結果をみると、幼虫は最上位の展開葉あるいはその1節位下の部位に最も多くみられる1山型の分布を示し葉表ではほとんど発見されなかった。成虫では最上位の展開葉あるいはその1節位上の部位をピークとする1山型の分布を示したが、未展開葉では成虫は葉表と葉裏でほぼ同数発見されており、この点が幼虫と異なっている。展開葉では成虫もほとんど葉裏にみられた。蕾、花、幼果、果実について比較すると、幼虫は果実に最も多くみられ1果当たり平均4.47頭であった。成虫は花と幼果に多かった。次に、薬剤散布の翌日の調査結果をみると、分布のパターンは散布前とほぼ同様の傾向を示したが、個体数は散布前の30.7%であった。しかしながら、幼果、果実での幼虫数は減少しなかった。

キュウリでは成・幼虫とも大部分が葉にみられ花、果実に寄生する個体は極めて少なかったのに対し、ナスでは成虫は葉と花、幼果に多

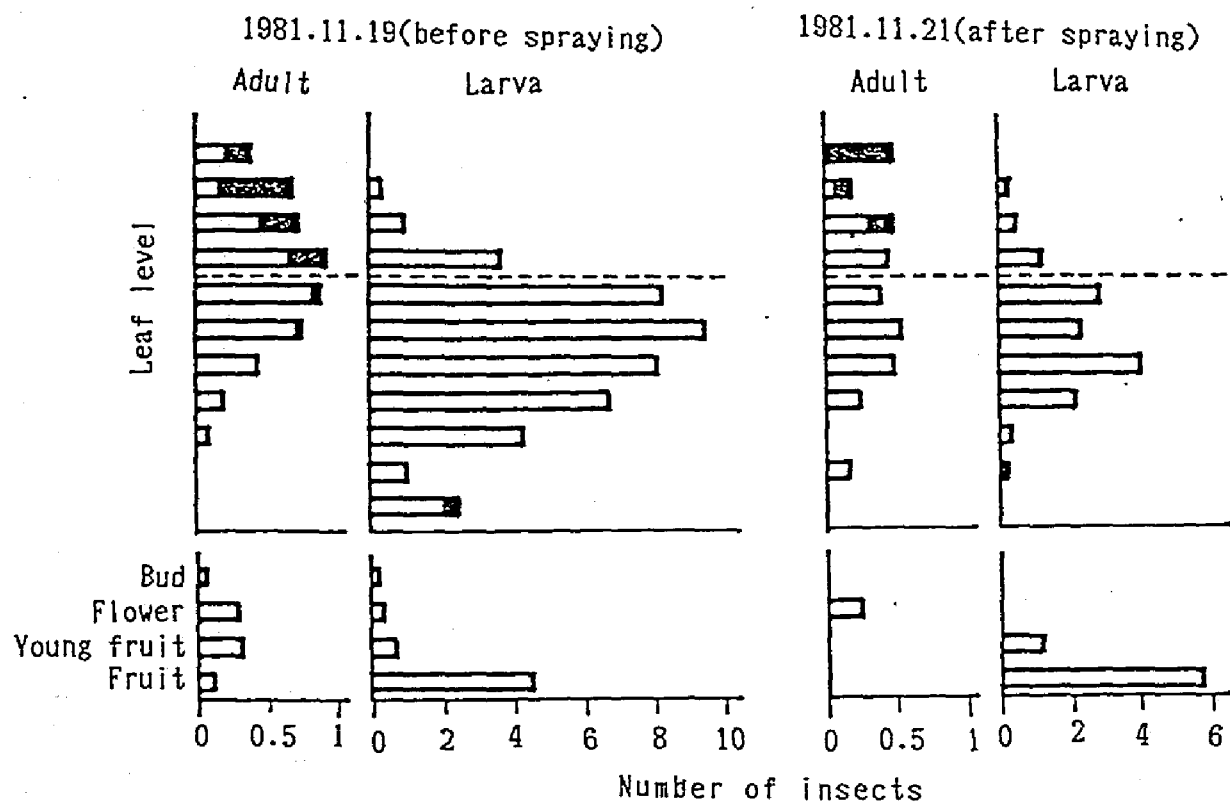


Fig. 16 Micro-distribution of *Thrips palmi* on the eggplant cultivated in a plastic house. Dotted line indicates the level of the top of developed leaf. ■: surface, □: under surface

く、幼虫は葉と果実に多かった。しかしながら、葉での葉位別分布をみるとキュウリと同様に成虫は展開前後の葉に多く、幼虫はやや下位の展開葉に多かった。ナスにおいても成虫が若い組織（展開前後の葉、花、幼果）に集中し、そこで産卵が行われ、その結果としてやや下位の葉あるいは果実に幼虫が集中するものと考えられる。ピーマンにおいては、成虫は花に多く、幼虫は果実に多く、展開葉に寄生する個体は成、幼虫とも極めて少ない（山本ら、1982）。寄主植物により寄生部位の異なる原因は明らかでないが、本種の一般的特徴として成虫が若い組織に集まり、そこで産卵を行うものと考えられる。

薬剤散布前後での分布を比較してみると、幼果、果実での減少が少なかった。これは、果実では本種がへた下に寄生するため薬剤がかかりにくいことによると考えられた。

第3節 各種施設栽培作物における空間分布

第1節でキュウリを栽培した小型ハウスでの分布を検討したが、一般農家の大型施設においても同様な分布をしているかを検討するため、九州各地の本種の発生施設において施設内分布を調査した。

1. 調査方法

キュウリ、ナス、ピーマンにおけるミナミキイロアザミウマの株間分布を、1981年11月から1982年4月にかけて Table 8に示す9地点で調査した。調査施設の1/2～1/5の株について、キュウリ、ナスでは各株展開直後の成葉2枚、ピーマンでは各株1花を対象に、寄生虫数を成・幼虫別に調査した。

2. 結果及び考察

福岡県久留米市と宮崎県宮崎郡佐土原町のキュウリ栽培施設における施設内分布を例として、それぞれFig.17、Fig.18に示した。他の施設での結果も含めて施設内における株間分布をみると、畝に沿った分布の拡がりが顕著で、畝に沿って寄生の多い株が連続しているのに対し、寄生の多い畝は必ずしも連続していなかった。久留米市の施設（Fig.17）では施設入口より侵入があり、その後あまり時間が経過していないと思われ、入口付近に密度の高い株が集中していた。これに対し、宮崎県宮崎郡佐土原町の加温施設（Fig.18）では侵入後かなり時間が経過したと思われ、施設の中央部に密度の高い株が多くみられ、

Table 8. Parameters in the regression of mean crowding (x) on mean density (x) for the number of Thrips palmi in plastic house with conventional control.

(Crop)	Adult			Larva			Date of	Month of
Locality	α	β	r^2	α	β	r^2	investigation	planting
(Cucumber)								
Kurume City ¹⁾	-0.05	3.46	0.38	2.91	3.41	0.68	20 Nov. 1981	Aug. 1981
Ogi Town ²⁾	-0.35	2.25	0.89	17.39	1.72	0.72	19 Mar. 1982	Dec. 1982
Kunimi Town ³⁾	-0.37	0.75	0.44	0.59	3.55	0.72	17 Feb. 1982	Feb. 1982
Sadohara Town ⁴⁾	-0.16	0.95	0.90	6.30	2.35	0.91	19 Mar. 1982	Feb. 1982
Sadohara Town ⁴⁾	0.12	1.37	0.90	2.48	2.15	0.75	23 Apr. 1982	Feb. 1982
(Eggplant)								
Takada Town ¹⁾	-0.56	1.56	0.92	4.11	1.34	0.94	19 Nov. 1981	Sep. 1981
Ariake Town ³⁾	-0.04	3.09	0.86	4.84	3.54	0.64	16 Feb. 1982	Oct. 1981
(Sweet pepper)								
Miyazaki City ⁴⁾	0.19	1.07	0.95	—	—	—	17 Mar. 1982	Feb. 1982
Miyazaki City ⁴⁾	-0.80	4.13	0.66	—	—	—	23 Apr. 1982	Feb. 1982

¹⁾ Fukuoka Pref., ²⁾ Saga Pref., ³⁾ Nagasaki Pref., ⁴⁾ Miyazaki Pref.

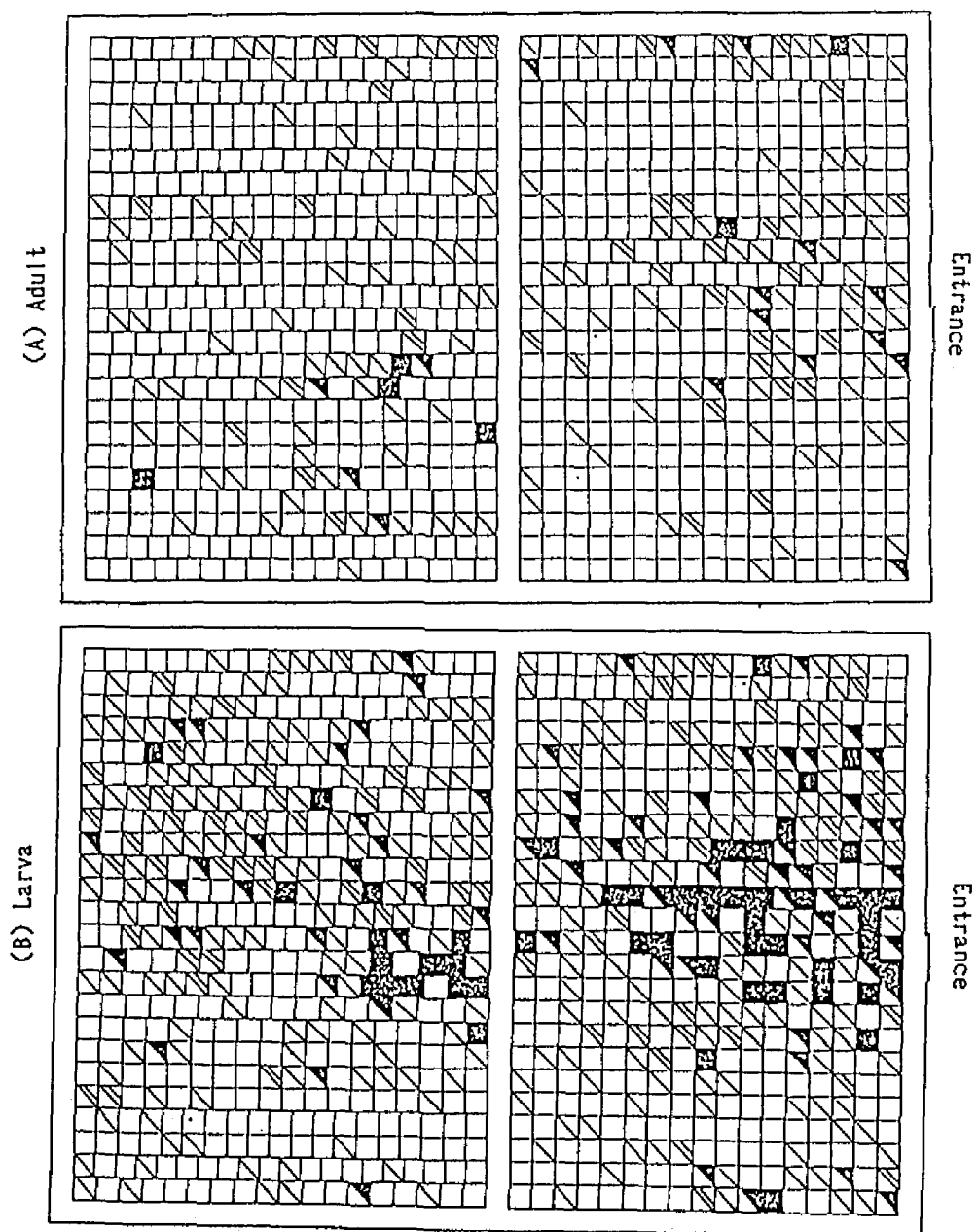


Fig. 17 Distribution of Thrips palmi in a plastic house (Kurume City) in Nov. of 1981. □ indicates cucumber plant and number of insects per two leaves is as follows.

Adult: □:0, ▤:1, ▥:2, ▦:3-5, ■:above 5

Larva: □:0, ▤:1-5, ▥:6-10, ▦:11-20, ■:above 20

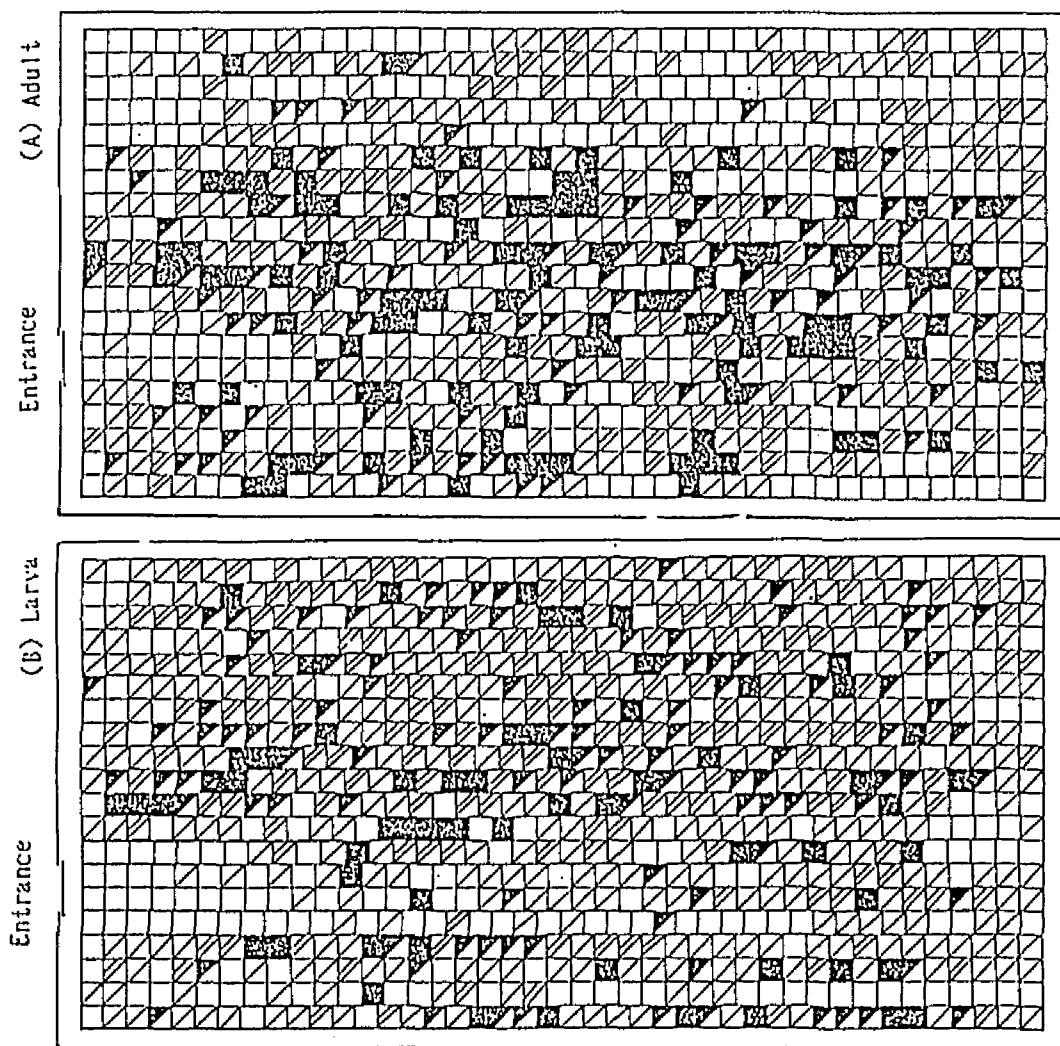


Fig. 18 Distribution of Thrips palmi in a plastic house (Sadohara Town) in Mar. of 1982. □ indicates cucumber plant and number of insects per two leaves is as follows.

Adult: □:0, ▤:1, ▦:2, ■:3, ▨:above 3

Larva: □:0, ▤:1-5, ▦:6-10, ■:11-20, ▨:above 20

周辺部の株の密度は低く、施設入口付近の株の密度は極めて低かった。

株間分布の調査結果を、うねごとの密度の違いを互いに独立なものとして、 $m-m$ 回帰分析法により解析した (Table 8)。基本集合度示数 (α) の値は、どの作物でも成虫ではほぼ0であり、幼虫では1例 (長崎のキュウリ) を除き0よりはるかに大きい値となり、成虫は個体を単位とし、幼虫は小さなコロニーを単位として分布していることが示唆された。密度集中度係数 (β) の値は調査施設により大きく異なったが、一般に定植直後の幼株の施設では、成・幼虫とも1に近いのに対し、生育後期の成株の施設では1よりはるかに大きい値となっており、定植直後ではランダムに、生育後期には集中的に分布していることが示唆された。

一般農家の大型施設では小型ハウス (第1節) での結果と異なり、必ずしも密度集中度係数 (β) は1に近い値とはならなかった。これは、小型ハウスでは環境条件も均質であり、本種の移動能力に比べ大きさが小さいこともあり、成虫が十分に分散したが、一般農家の大型施設では環境条件が均質でなく (例えば、加温施設における温度分布の異質性)、また面積が本種の移動能力に比べ大きいため初発生地点 (入口、持ち込み株等) からの分散が十分に行われない場合も多いと考えられた。また、生育後期の成株の施設では株が大きいため移動が抑えられ、分布が集中的になったものと考えられた。

第4節 露地栽培キュウリにおける空間分布

露地においては施設内に比べ分布に及ぼす攪乱要因の影響が大きいものと思われる。そのため、第2章、第2節の露地栽培キュウリにおける増殖のデータを用い、露地栽培キュウリにおける空間分布を検討した。

株内での垂直分布の経時的变化をFig.19に示した。各株の主枝のデータを用いて、各葉位上の個体数を主枝上の全個体数に対する割合で表わした。どの調査日においても葉位別分布は、成・幼虫ともほぼ1山型になった。成虫の多い葉位は、摘心前ではキュウリの生育に従い上位へ移ったが、頂葉からの位置は10番目前後の葉位でほぼ一定であり、展開直後の成葉であった。摘心後は、主枝では頂葉付近に最も多く、側枝の展開直後の成葉にも多かった。幼虫の多い葉位も生育に従い上位へ移ったが、頂葉からは15番目前後の葉位でほぼ一定であった。また、幼虫の多い葉位は前回調査時の成虫の多い葉位と良く一致して

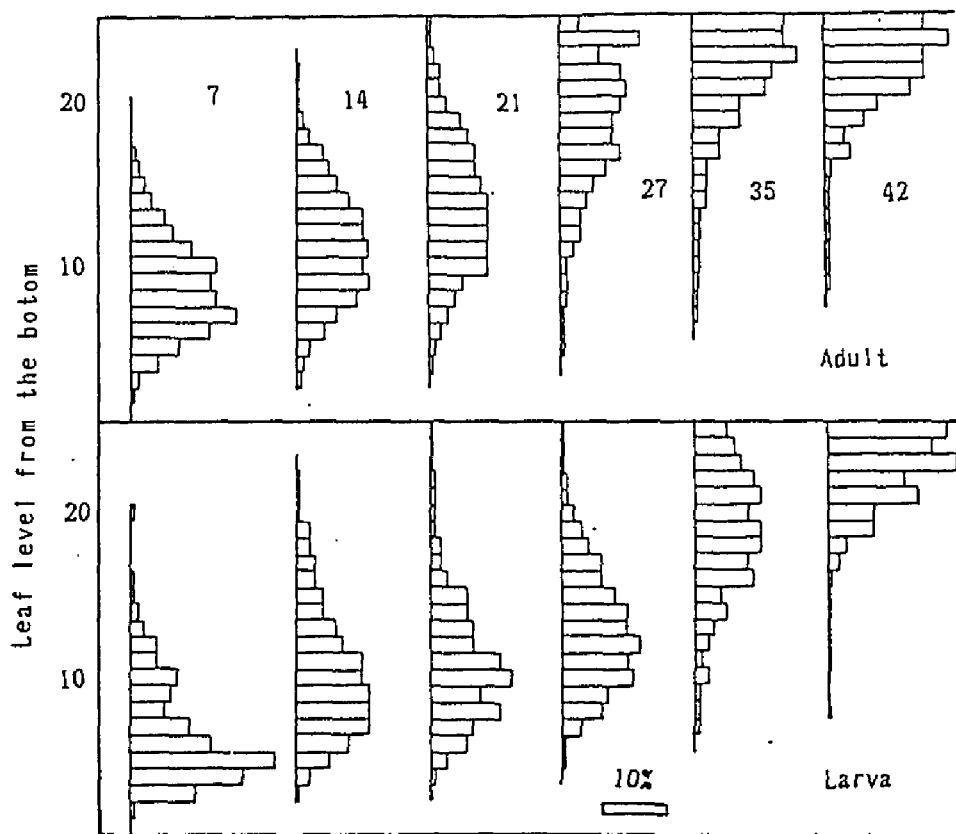


Fig. 19 Micro-distribution of *Thrips palmi* on the cucumber plant cultivated in open field in relation to the position of leaves. The abscissa shows the percentage of insects on the leaf of each level to the number of total insects on the plant. Numerals indicate the days after release.

いた。この葉位別分布は施設栽培キュウリにおける葉位別分布（第1節）とよく一致しており、施設内と同様に成虫が若い葉に集中し、そこで産卵した結果と考えられる。

分布構造を解析するために、各調査日ごとの平均密度（ \bar{x} ）、平均こみあい度（ \bar{y} ）を葉単位、株単位で求め、Iwao (1968) のm-m回帰分析法により示した (Fig. 20、Fig. 21)。葉単位でみた場合、基本集合度示数（ α ）は成虫で-1.75、幼虫で2.27であり、密度集中度係数（ β ）は成虫で2.08、幼虫で2.27であった。成虫では α は0に近く個体を単位とし、幼虫では α は0よりやや大きく、極めて小さなコロ

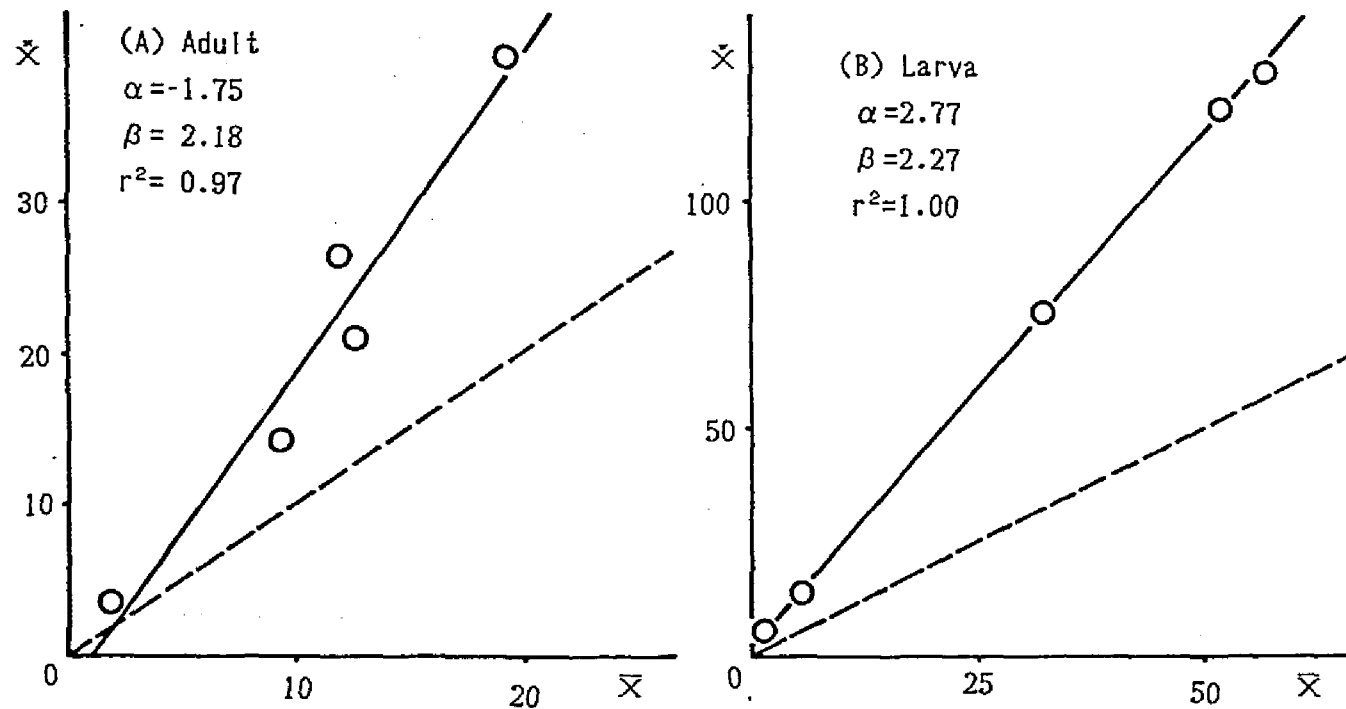


Fig. 20 Relation of mean crowding (\bar{x}) to mean density (\bar{x}) for the number of *Thrips palmi* per cucumber leaf cultivated in open field. Broken line indicates the Poisson distribution.

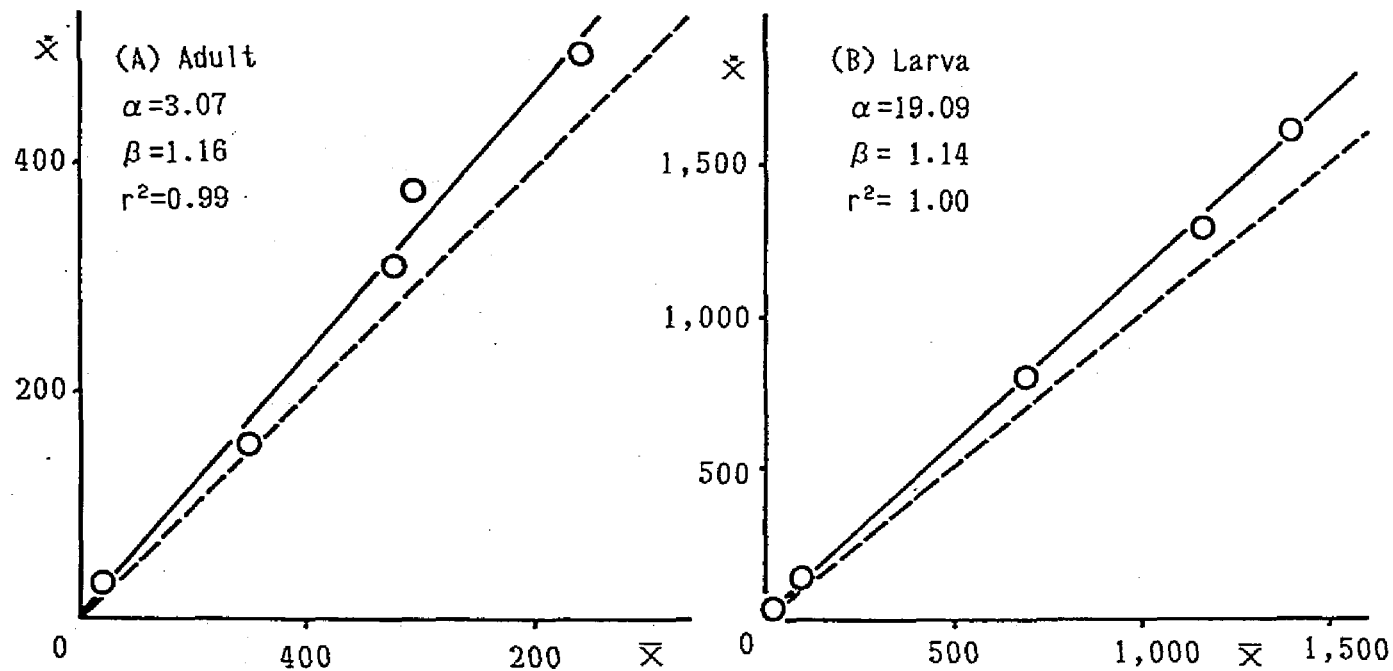


Fig. 21 Relation of mean crowding (\bar{x}) to mean density (\bar{x}) for the number of Thrips palmi per cucumber plant cultivated in open field. Broken line indicates the Poisson distribution.

ニーを単位としており、成虫、幼虫とも β は1より大きく集中分布をしていることが示された。株単位でみた場合、 β は成虫で1.16、幼虫で1.14と、どちらも1に近く、株間分布は成、幼虫ともほぼランダムと考えられた。

成虫の分布は個体を単位とし、葉当たりでは集中、株当たりではランダムであり、施設キュウリにおける結果と同様であり、基本集合度示数(α)、密度集中度係数(β)の値もほぼ等しかった。幼虫の分布は極めて小さなコロニーを単位とし、葉当たりでは集中、株当たりではランダムであり、施設キュウリの場合に小さなコロニーを単位とし、葉当たりでは集中、株当たりでも弱い集中分布であるのとやや異なった。露地で得られた幼虫の基本集合度示数(α)、密度集中度係数(β)の値は施設での結果に比べ小さく、施設に比べ露地では集中傾向が弱かった。施設ではランダムに分布した成虫が同一株にとどまって集中的に産卵するのに対し、露地では風等の影響により、成虫の移動が多いことによると考えられた。

第5節 キュウリ栽培施設における分散

キュウリ栽培施設内の1か所から放飼したミナミキイロアザミウマの分布の拡大を調べ、空間分布をもたらす要因としての分散の働きを明らかにした。

1. 材料及び方法

野菜試験場久留米支場内のビニルハウス（奥行13.5m、間口5.4m）内に1985年3月23日にキュウリ‘さちみどり’（2月15日播種）を、畝幅140cm、株間72cmの千鳥植えで定植した。畝上は黒ポリフィルムで被覆し、無加温で栽培した。なお、供試株は1本仕立てとし、主枝は25節で、側枝はすべて2節で摘心した。

定植28日後の4月20日に、野菜試験場久留米支場で累代飼育しているミナミキイロアザミウマ雌成虫（日齢不明）500頭を放飼した。放飼は、成虫を寄生させたキュウリの葉をプラスチック容器に入れ、株元へ放置し、自由に飛び立たせることにより行った。放飼地点は東側畝の1株目と2株目の間とした。

調査は放飼後2、7、14、21、28日後に行い、すべての株の全葉について、成・幼虫別の寄生数を調べた。

2. 結果及び考察

全株の合計個体数の変動をFig.22に示した。放飼数が500頭であったのに対し、放飼2日後には80頭しか確認できなかった。この減少の原因は明らかでなかった。その後も成虫は減少を続け、放飼21日後に50頭となった。その後は次世代の羽化に伴い増加し、放飼28日後に260頭となった。幼虫は放飼14日目の調査で初発し、その後前蛹化に伴い減少した。放飼成虫が定着した放飼2日後から幼虫が初めて認められた放飼14日後までの次世代の羽化がみられない期間の成虫数から、成虫の日当たり生存率を推定すると、0.969であった。

成虫、幼虫の分布の拡大をFig.23、Fig.24に示した。放飼2日後には成虫は放飼株付近に多く、全体の53%が放飼地点の両側の2株に集中していた。また、放飼畝の3、4株目にもかなりの個体数（合計で全体の30%）がみられ、放飼畝では23株目まで移動した個体もみられた。これに対し、放飼畝以外では成虫は1頭もみられず、放飼成虫は畝に沿って拡がっていくものと考えられた。放飼2日後に成虫のいた地点と放飼地点との距離から推定した2日間での平均分散距離は0.64

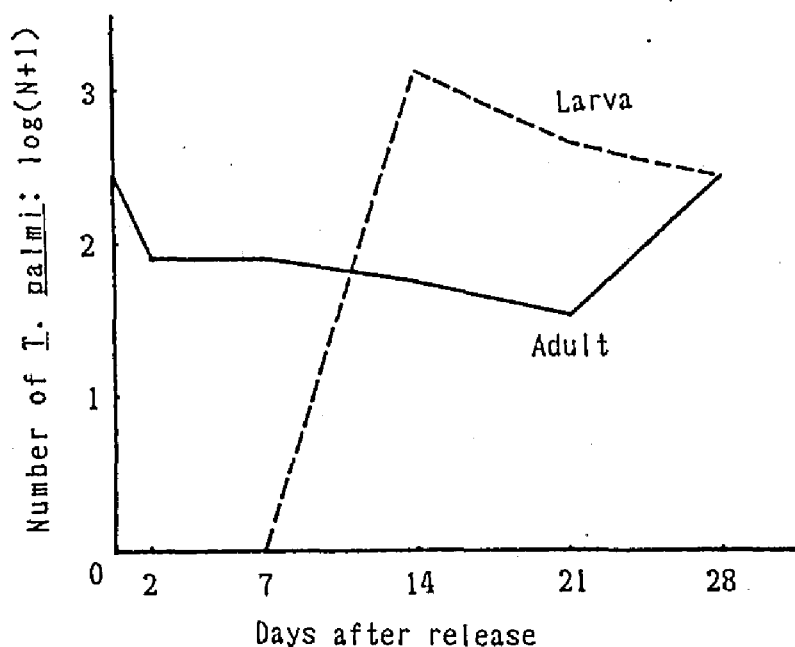


Fig. 22 Trend of the population of *Thrips palmi* on the cucumber cultivated in a plastic house after the release of adults.

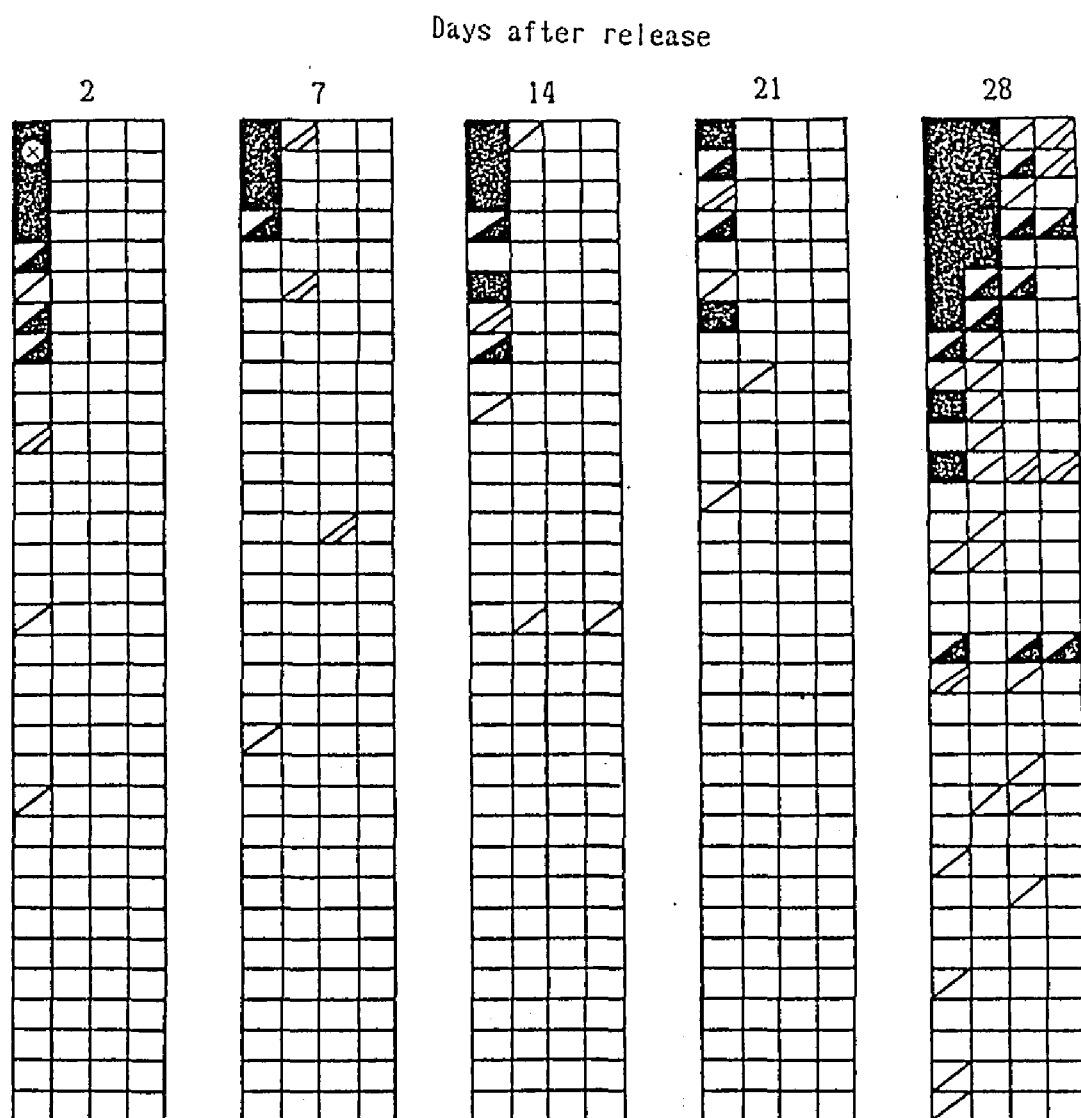


Fig. 23 Spreading of adults of *Thrips palmi* in a plastic house after the release of adults. ⊗ indicates releasing point, and □ indicates cucumber plant and number of insects per plant is as follows.

□:0, ▤:1, ▨:2, ■:3-5, ▩:above 5

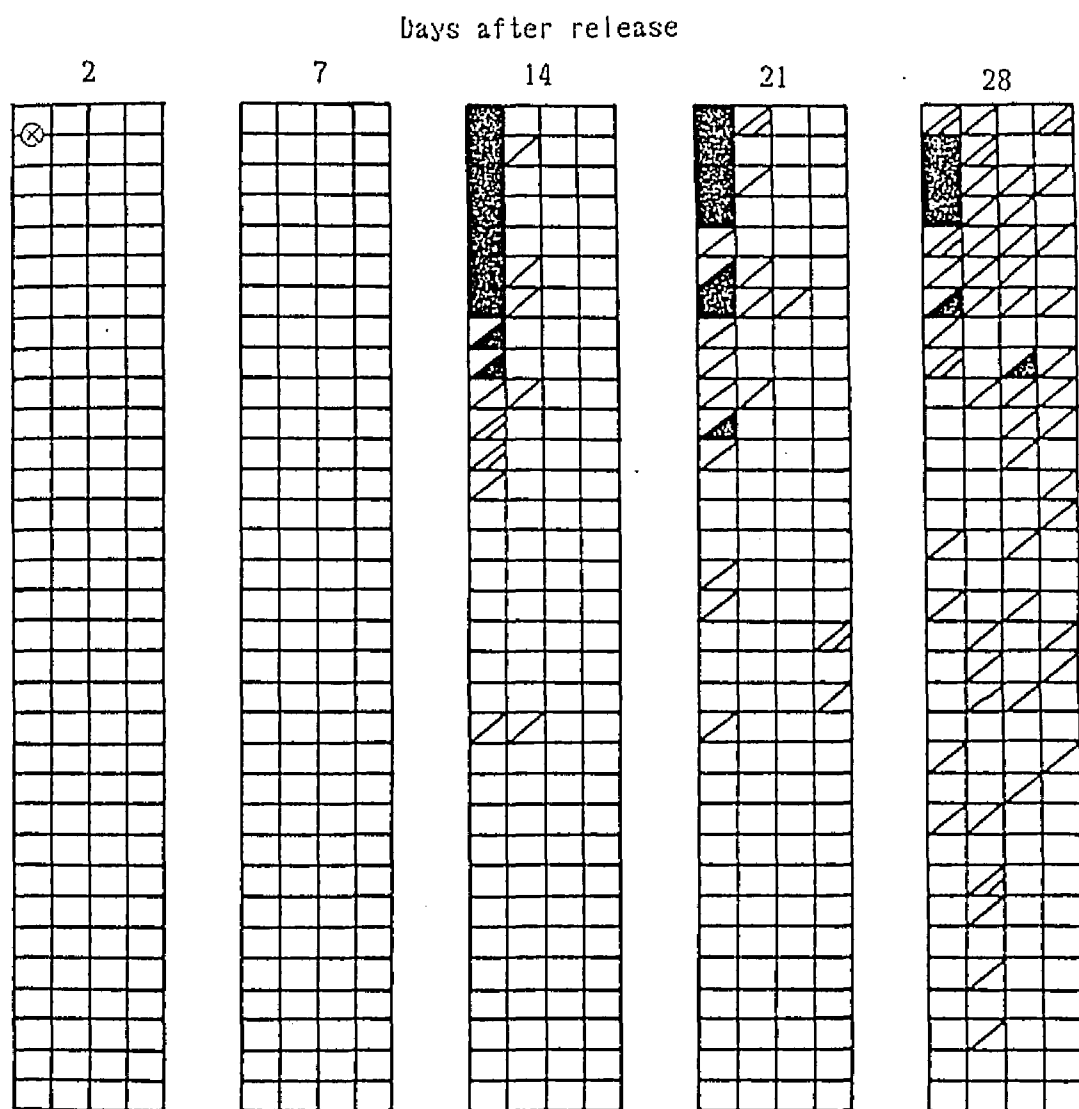


Fig. 24 Spreading of larvae of *Thrips palmi* in a plastic house after the release of adults. ⊗ indicates releasing point, and □ indicates cucumber plant and number of insects per plant is as follows.

□:0, ▤:1-5, ▥:6-10, ▦:11-20, ▧:above 21

Ⅲ であった。その後も放飼21日後までは、放飼畝に沿った拡がりは見られても、放飼畝以外に拡がる個体はほとんどなかった。しかしながら、次世代が羽化し成虫個体数が急増した放飼28日後では、成虫は他の畝にも拡がり、畝に沿って拡がる傾向は明らかでなかった。幼虫の分布も成虫の分布とよく一致しており、放飼28日後までは放飼地点を中心に放飼畝に沿って拡がっており、放飼14日後には全体の98.8%、21日後には92.9%の幼虫が放飼畝に集中していた。しかしながら、放飼28日後には放飼畝の幼虫は全体の59.1%となり施設内全体に拡がっていた。

ミナミキイロアザミウマの分散は放飼28日後に極めて活発となった。成虫の個体数変動から考えると放飼28日後は放飼次世代の成虫が羽化した時にあたり、全成虫の約90%が羽化後数日の若い成虫であり、この活発な分散は羽化後数日の若い成虫によると考えられた。これに対し、放飼した成虫はあまり分散しておらず、これは放飼成虫の大部分が羽化後数日以上経過していたことによると思われた。また、放飼した成虫の分散は、畝に沿った方向に限られており、隣接した畝であっても畝間の移動は極めて少なかった。この原因は明らかでないが、現地の発生施設においても、畝にそって密度の高い株が連続してみられるのに対し、隣接した畝間では必ずしも密度の高い畝が連続していなかった（第3節）。ミナミキイロアザミウマは羽化直後には活発な分散活動を行うが、他の時期には株に定着する傾向が強く、分散は畝に沿った限られたもののみと考えられた。

第6節 日齢による成虫の行動の変化

前節において、本種の分散活動が日齢により大きく異なっていることが示された。そこで、日齢による成虫の行動の変化を、室内試験により明らかにしようとした。行動として、色彩に対する反応及び飼育容器内での寄主植物への定着性をとりあげた。

1. 材料及び方法 色彩に対する反応

成虫を羽化後雌雄別に飼育し、所定日数経過後、試験に供した。試験は、灰色塩化ビニルパイプ（直径60mm、長さ200mm）内に30頭の成虫を接種した新鮮なキュウリの葉を入れ、ポリエチレンフィルムで両側を覆い、一方の内側に白色プラスチック（サンロイド®）板（5×

20mm) に粘着材を塗布したものをつけた。試験容器は25℃の陽光定温器内に置き、24時間後に白色プラスチック板に誘引された成虫数を数えた。雄は羽化当日から羽化9日目までを各3反復行い、雌は羽化当日から羽化10日目まで及び羽化後12、14、16日目を各5反復行った。

寄主植物への定着性

羽化後24時間以内の成虫を30日間個体飼育した。飼育容器はプラスチック容器(直径60mm)内に湿った脱脂綿を入れ、その上にキュウリの葉片(5×5mm)を置いたものを用い、葉片は毎日新しいものと交換し、その時に成虫の存在した場所を葉、脱脂綿、その他の3つに分けて記録した。供試虫数は雄が120頭、雌が240頭であった。

2. 結果及び考察

色彩に対する反応

ミナミキイロアザミウマは白色プラスチック(サンロイド®)板に誘引されることが知られている(山本ら、1981)。日齢による白色プラスチック板の捕獲率の変化をFig.25に示した。雄は日齢にかかわらず30%前後が常に捕獲された。これに対し、雌の捕獲率は羽化当日及び羽化1日後は雄とほぼ同じであったが、その後捕獲率は下がり10%

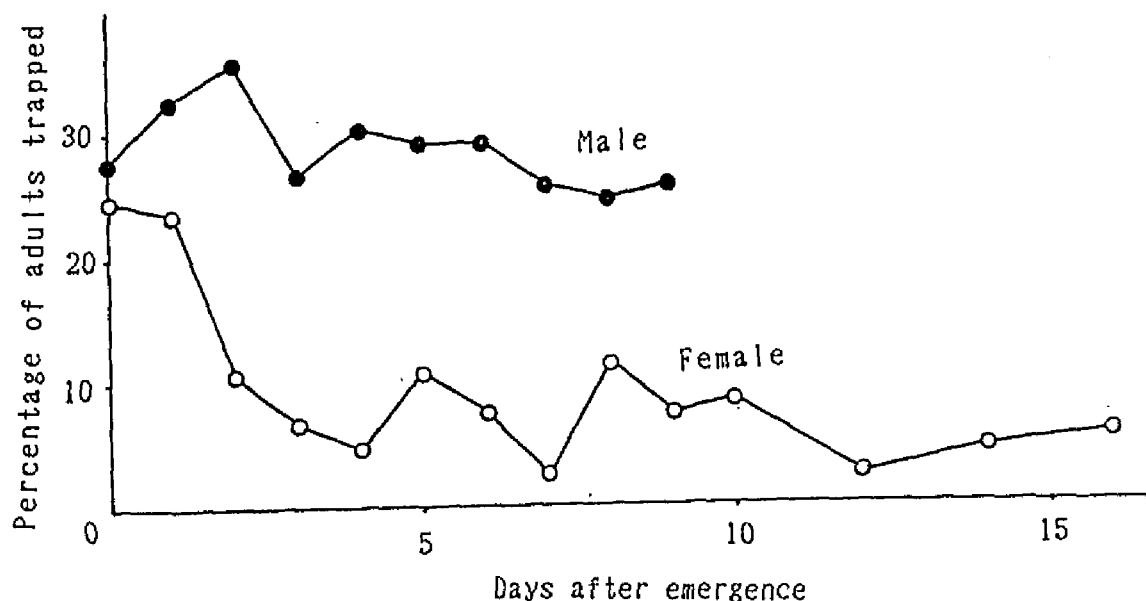


Fig. 25 Change of the trapping rate of adults of *Thrips palmi* of different ages by sticky trap.

以下で推移した。

寄主植物への定着性

葉上に存在する成虫の割合の日齢による変化をFig.26に示した。雄は羽化後の日齢にかかわらず約50%が葉上に存在した。脱脂綿上に存在する割合は各日齢とも10%前後であり、他の個体は容器の壁面、ふたなどにみられた。雌では葉上に存在する割合が羽化1日後に約50%、2日後に約60%、3日後に約75%と増加し、その後は75%前後で推移した。

これらの結果から、雌は羽化後1、2日は活発に動き回るが、その後は余り動かず葉上に落ちており、これに対し雄は日齢にかかわらず活発に動き回っていることが示唆された。これらの観察の結果は、圃場において雄の方が粘着トラップに誘引されやすいこと及び新成虫の羽化時期に圃場内での分散が活発になることをよく説明していると思われる。

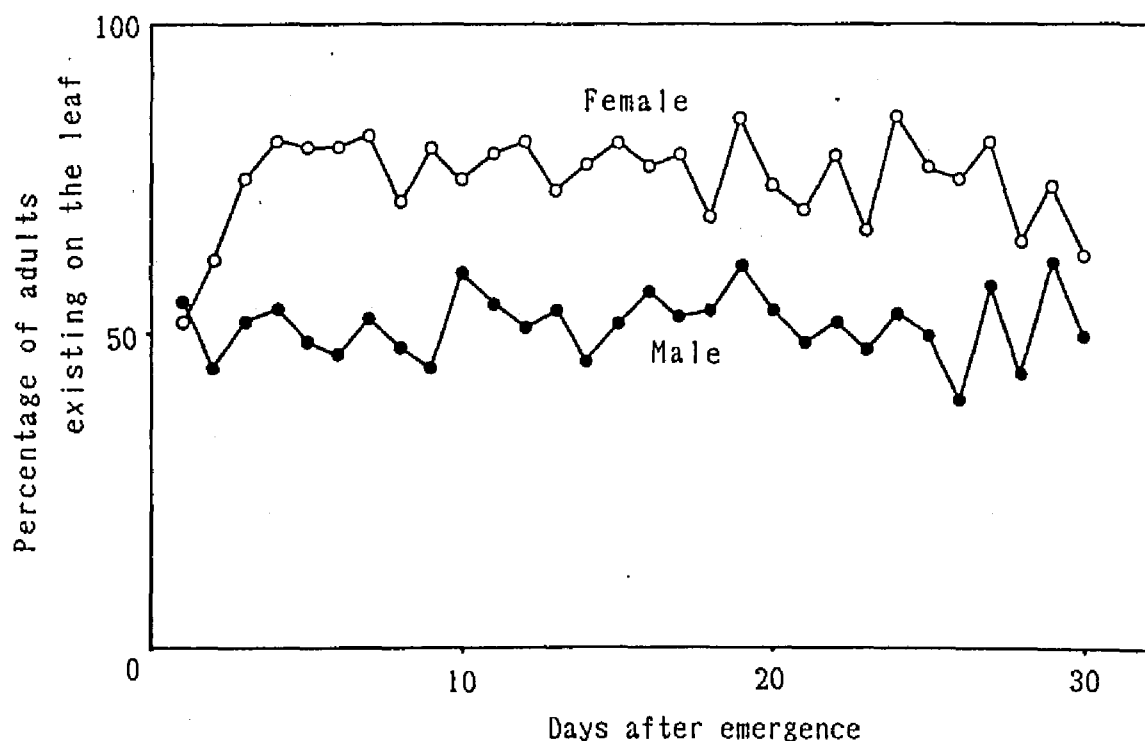


Fig. 26 Change of the percentage of existing adults of Thrips palmi of different ages on the leaf.

第4章 ワタアブラムシとの 種間競争

本種がわが国で害虫となりえた過程を明らかにするためには、生態的地位に近い既存の害虫との種間関係を検討する必要がある。ミナミキイロアザミウマとワタアブラムシ *Aphis gossypii* GLOVERは、ナス、キュウリなどの葉の同一部分に寄生し、寄生時期もほぼ一致しており、生態的地位が近いと考えられる。

そこで、鉢植え及び露地栽培のナスに両種を放飼し、両種の増殖を調べることで両種の種間関係を実験的に検討した。

1. 材料及び方法

鉢試験

直径18cmの素焼き鉢に植えたナス‘新長崎長’の本葉6～8枚の株を供試した。試験区は、(I)ミナミキイロアザミウマのみを放飼した区、(II)ミナミキイロアザミウマの放飼6週間後にワタアブラムシを放飼した区、(III)ミナミキイロアザミウマの放飼3週間後にワタアブラムシを放飼した区、(IV)両種を同時に放飼した区、(V)ワタアブラムシの放飼3週間後にミナミキイロアザミウマを放飼した区、(VI)ワタアブラムシのみを放飼した区の6区とし、各区5株を供試した。なお、試験は25.0℃で管理したガラス室内で行った。放飼虫数はミナミキイロアザミウマが株当たり成虫20頭、ワタアブラムシが株当たり無翅成虫10頭とした。ミナミキイロアザミウマは成虫の寄生したキュウリ葉片の入った容器を株元に放置し、分散定着させた。ワタアブラムシは細筆で葉に接種した。

調査は放飼後7日ごとに行い、全株の全葉について成・幼虫別に個体数を数えた。なお放飼していない種が調査時に見られた時は調査後に除去した。またI、II区ではワタアブラムシを除去するため、試験開始4、5週間後の2回ミナミキイロアザミウマに影響の少ないDDVP乳剤の1,000倍液を散布した。

圃場試験

野菜試験場久留米支場内の圃場に1984年7月30日にナス‘新長崎長’を株間30cmの一条植えで19株定植した。定植11日後の8月10日に、ミナミキイロアザミウマの成・幼虫を放飼した。放飼はミナミキイロアザミウマの寄生したキュウリ葉を全株の株元へ静置する方法で行い、放飼虫数は数えなかった。ミナミキイロアザミウマの放飼3週間後の9月1日に、北側の5株(No.1～5)にワタアブラムシを放飼した。

放飼は各株の若い展開葉20枚に各10頭ずつ、細筆で接種した。調査はミナミキイロアザミウマの放飼後7日ごとに行い、全株について若い展開葉10葉に寄生している虫数を成・幼虫別に数えた。なお、ワタアブラムシを放飼していない株には、9月7日にDDVP乳剤1,000倍液を散布した。

2. 結果

鉢試験

各区における両種の個体数変動をFig.27に示した。ミナミキイロアザミウマのみを放飼したI区では、成虫数は一時減少したが、次世代の羽化により増加し、ミナミキイロアザミウマの放飼（以後「RT」と略記する）8週間後に株当たり9頭に達した。幼虫も、RT5週間後に株当たり30頭、7週間後に株当たり90頭に達した。なお、ワタアブラムシは放飼しなかったが他区からの大量の侵入がみられた。

ミナミキイロアザミウマの放飼6週間後にワタアブラムシを放飼したII区では、ミナミキイロアザミウマは放飼後増加し、RT6週間後には株当たり成虫12頭、幼虫200頭に達した。しかし、ワタアブラムシが株当たり650頭に増加したワタアブラムシの放飼（以後、「RA」と略記する）翌週には、ミナミキイロアザミウマは急速に減少し、成虫は0頭、幼虫は株当たり0.6頭となり、その後も増加しなかった。これに対し、ワタアブラムシは急速に増加し、RA2週間後には株当たり1,000頭に達した。

ミナミキイロアザミウマの放飼3週間後にワタアブラムシを放飼したIII区では、ミナミキイロアザミウマはRT4週間後に株当たり成虫5頭、幼虫20頭に増加した。しかし、ワタアブラムシがRA翌週に株当たり200頭に増加してから、ミナミキイロアザミウマは減少し始め、RT8週間後には株当たり成虫0.4頭、幼虫1.0頭に減少した。これに対して、ワタアブラムシは急速に増加し、RA3週間後には株当たり1,000頭を越えた。

両種を同時に放飼したIV区では、放飼翌週に両種とも株当たり2頭以下となったが、その後ワタアブラムシは急速に増加し、3週間後に株当たり400頭、5週間後に株当たり2,500頭に達した。これに対し、ミナミキイロアザミウマの成虫数は3週間後にやや増加し、株当たり2.4頭となったが、その後減少し5週間後には株当たり0.6頭となった。幼虫は4週間後に株当たり8頭まで増加したが、その後減少し5週間後には株当たり2頭以下となった。

ワタアブラムシの放飼3週間後にミナミキイロアザミウマを放飼し

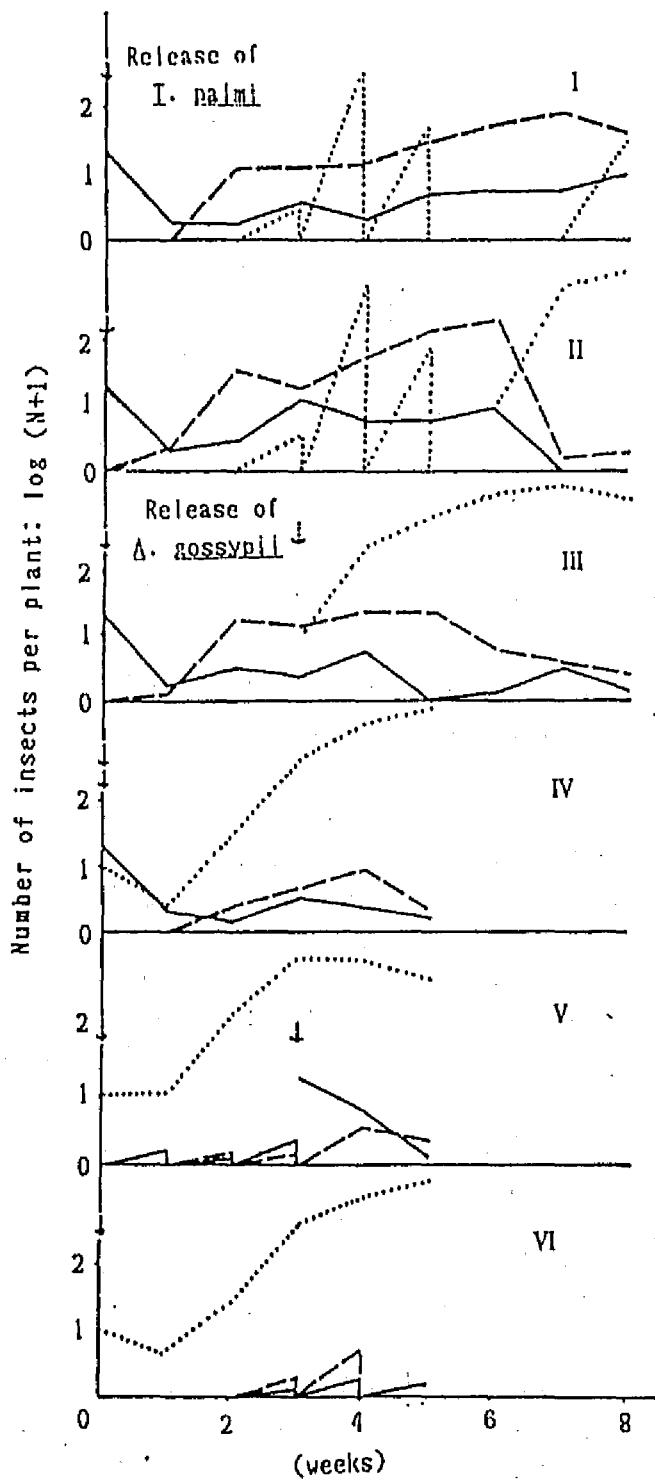


Fig. 27 Population trends of Thrips palmi and Aphis gossypii on the potted eggplant.

I: T. palmi was released and A. gossypii was not released.

II: A. gossypii was released 6 weeks after the release of T. palmi.

III: A. gossypii was released 3 weeks after the release of T. palmi.

IV: A. gossypii and T. palmi were released simultaneously.

V: A. gossypii was released 3 weeks before the release of T. palmi.

VI: A. gossypii was released and T. palmi was not released.

—: Number of adults of T. palmi, ---: Number of larvae of T. palmi,: Number of A. gossypii

たV区では、ワタアブラムシは急速に増加し、3週間後に株当たり1,300頭に達した。ミナミキイロアザミウマの成虫はRT後急速に減少し、2週間後には株当たり0.4頭となった。幼虫はRT翌週の株当たり2.8頭が最大で、その後減少した。

ワタアブラムシのみを放飼したVI区では、翌週にはやや減少したが、その後は急速に増加し、3週間後に株当たり400頭、5週間後に株当たり1,600頭に達した。

圃場試験

両種の個体数変動を株ごとにFig.28に示した。ミナミキイロアザミウマは放飼後各株に定着し、7日後の葉当たり虫数は成虫が 0.4 ± 0.4 、幼虫が 0.2 ± 0.3 頭であった。3週間後のRA時には葉当たり成虫数は 2.2 ± 0.8 、幼虫数は 2.4 ± 1.4 頭であり個体数の増加が認められた。

ワタアブラムシを放飼した株では、RA後ワタアブラムシは急速に増加し、3~4週間で葉当たり100頭を越えた。これに対し、ミナミキイロアザミウマはRA後2~3週間は増加を続けたが、その後減少し、5~6週間後に寄生はみられなくなった。ミナミキイロアザミウマが減少を開始した時点のワタアブラムシの葉当たり個体数は66~178頭で

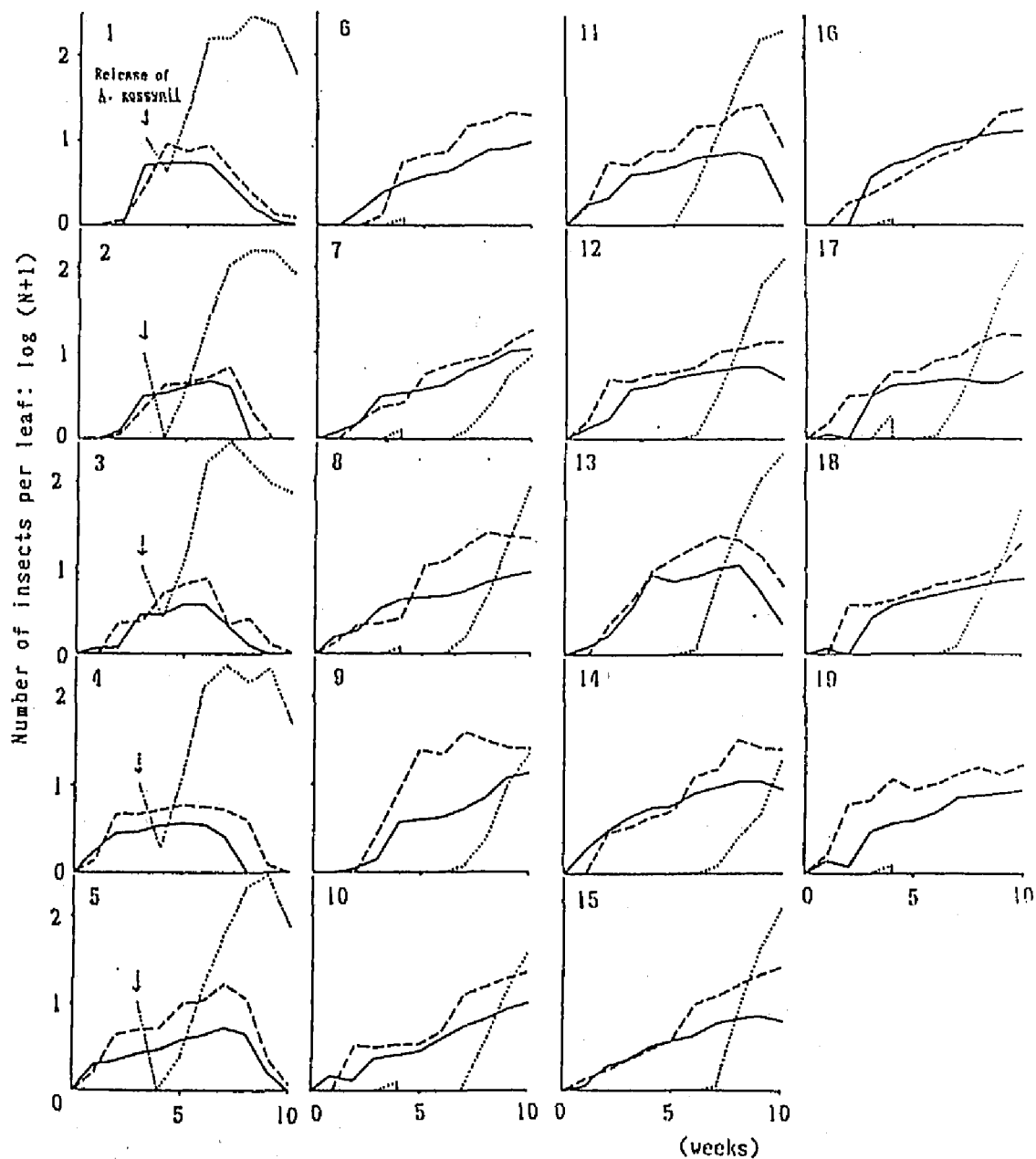


Fig. 28 Population trends of *Thrips palmi* and *Aphis gossypii* on the eggplant cultivated in open field. Each line represents the same meaning as described in Fig. 27.

あった。

ワタアブラムシを放飼しなかった株では、北側5株へのRA3週間後からワタアブラムシの寄生がみられた。株ごとの寄生時期、寄生数の変動は大きかったが、RA株に近い株で寄生の多い傾向は認められなかった。株ごとの個体数変動をみると、どの株でも小数の寄生がみられた後、急速な個体数の増加が認められ、3~4週間で葉当たり100頭に達した。ミナミキイロアザミウマも増加を続けたが、ワタアブラムシの増加の早かった株（No.11、13）ではRA5~6週間後にワタアブラムシが葉当たり100頭に達し、ミナミキイロアザミウマは急速に減少した。

3. 考察

ミナミキイロアザミウマとワタアブラムシの鉢植えナスにおける種間競争においては、初めの密度にかかわらず常にミナミキイロアザミウマが排除された。圃場試験においても同様に、ミナミキイロアザミウマが増殖している株に小数のワタアブラムシが侵入した時、ワタアブラムシは増加し、ミナミキイロアザミウマは排除された。ミナミキイロアザミウマが減少を始める時点のワタアブラムシ密度は鉢試験では株当たり約1000頭、圃場試験では葉当たり約100頭であり、葉面積当りの密度で示すと両試験とも1頭/1cm²以下であった。ワタアブラムシの飽和密度はキュウリで5.7頭/cm²（松崎、1972a）、サトイモで5.3頭/cm²（河内、1974）であり、ミナミキイロアザミウマの減少開始時の密度はこれより低い値であった。

キュウリにおいてナミハダニ Tetranychus ulticae Koch が減少するとネギアザミウマ Thrips tabaci LINDEMANNが急速に増加し、逆にキャッサバにおいてはアザミウマの一種 Scirtothrips manihoti (BONDAR)が増加するとハダニの一種 Monomychellus tanaioa (BONDAR)が減少することが報告されているが、一方の種が増加すると他方の種が減少する機構は明らかにされていない（SANWAYS、1979）。また、カボチャにおいてはワタアブラムシが侵入すると、ニワトコフクレアブラムシ Aulacorthum magnoliae Essig et KUWANAの個体群が消滅することが報告されており、その機構として個体間の干渉による産仔数の減少、株外への脱出が考えられている（小野、1961）。

ミナミキイロアザミウマの内的自然増加率(r)は25℃で0.134（第1章、第1節）であるのに対し、ワタアブラムシは25℃で0.35（河内、1974）であり、ワタアブラムシの増殖能力が勝っている。しかしながら、本試験におけるミナミキイロアザミウマの減少は急激であり、増

殖能力の差のみによっては説明できない。鉢試験においては成虫の減少は幼虫の減少より急激であり、多くの区では成虫の減少が幼虫の減少より1週間早く生じている。このことから、ワタアブラムシの存在により生息環境が悪化したため成虫が他へ飛び去ることが減少の要因として重要と考えられる。

北村・河合(1983)は、露地栽培ナスにおけるミナミキイロアザミウマの発生動態調査結果から、本種がワタアブラムシと拮抗的關係にある可能性を示唆した。しかし、別の実験では、ミナミキイロアザミウマの多発条件下でもワタアブラムシは増加し、また、ワタアブラムシの存在はミナミキイロアザミウマの増殖に大きな影響を及ぼさなかった(北村ら、1984)。この試験でのワタアブラムシの最高密度は葉当たり40頭であり、本試験で密度の減少が開始した時点のワタアブラムシ密度(葉当たり約100頭)に比べ低かったことが、ミナミキイロアザミウマの増殖がワタアブラムシにより抑えられなかった原因と考えられる。

第5章 総合考察

本編ではミナミキイロアザミウマの個体群動態の概要を明らかにした。本種が我が国で害虫となった原因を中心に、これらの結果をまとめて考察する。

本種の増殖能力は、他のアザミウマ類あるいは果菜類の他の重要害虫に比べ特に勝っているとは考えられなかった。また、増殖率は作物により大きく異なるが、本種の寄主範囲は極めて広がった。寄主範囲が広いことは寄主の分布が連続的でない時には、個体群の消滅の確率を低下させることから、本種の生活環の維持に有効であるといえる。

本種は侵入害虫であり原産地における生態に関する報告はないが、原産地では害虫となっていない。その理由の一つとして我が国では果菜類の品質が過度に重視されており、そのことが本種の害虫としての重要度を増していることが考えられる。しかし、本種に加害されたウリ科作物は防除を実施しないと枯死に至ることを考えると、“品質評価の過度の重視”という流通上の特質を本種が害虫となった原因とすることは難しい。また、原産地である熱帯、亜熱帯地域と我が国の気象条件の違いも考えられるが、本種は我が国に侵入し害虫化した後に熱帯であるニューカレドニア (BRUN、私信)、亜熱帯であるハワイ (采川、私信) に侵入し、ウリ科果菜類の大害虫になっており、気象条件の違いも主要な原因とは考えられない。我が国において、現在までに本種の天敵として、ヒメハナカメムシ *Orius sauleri* (POPPIUS)、ヒメハナカメムシの一種 *Orius* sp.、ケナガカブリダニ *Amblyseius longipinosus* (EVANS)、オキナワカブリダニ *A. okinawanus* EHARAの4種があげられている (梶田、1985) が、これらはいずれも多食性の捕食者であり、寄生者は発見されていない。総翅目の寄生者としてはヒメコバチ科 Euphoridaeの幼虫寄生蜂が多く、他にタマゴヤドリコバチ科 Trichogrammatidae、ホソハネヤドリコバチ科 Mymaridaeの卵寄生蜂が知られており (LEWIS、1973)、我が国在来の同属種であるネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMANでは幼虫寄生蜂 *Thripoctenus brui* VUILLETが個体数変動に強い影響を及ぼしている (SAKIMURA、1937a; 1937b)。ミナミキイロアザミウマの原産地における天敵の状況については明らかでないが、個体数変動に大きな影響を及ぼす天敵のいる可能性が高い。本種が我が国を含む侵入地で大害虫となっている原因の一つとして、侵入害虫について一般的に言われるように、有力な天敵の存在しないことが考えられる。

本種は熱帯から亜熱帯が原産であり、野中ら (1982a) によれば、

0℃では8日、-5℃では255分、-10℃では35分ですべてのステージの個体が死亡した。露地作物での調査においても、沖縄では周年発生、加害がみられるが（鈴木ら、1982）、九州本土以北では1月から2月にかけて発生が全く認められなくなり（池田、1983；河本ら、1984；牧野・堀切、1983；松野・奥原、1985）、我が国では沖縄・奄美・小笠原を除き、露地での越冬は困難と考えられる。このため、本種の越冬は施設内でのみ可能で、春期には施設内の温度が高くなるため施設外に分散後、露地で増殖し、秋に再び施設内へ戻るといふ、施設と露地を往復する生活環を持っている。本種の国内での分布が施設栽培の盛んな地域と一致していることも、これを示唆している。すなわち、施設栽培がない状態では本種は生活環を全うすることができず、加温施設による果菜類の栽培が広く行われていることが、温帯に属する我が国で本種が害虫となりえた原因として重要である。また、果菜類では本種の寄生に好適な若い組織が常に存在しているという餌条件の好適性も考えられる。

ワタアブラムシとの種間競争では、本種が常に排除される。他の害虫との種間競争の実験は行われていないが、飼育時の観察によると同様なことはカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* KISHIDA との間でもみられ、カンザワハダニが増加すると本種は減少した。これらのことから、本種は他の吸汁性害虫の存在下では十分に増殖できない可能性が示唆された。本種に対しては侵入当初から有効な殺虫剤が少なく（松崎、1982；西野ら、1982）、オンシツコナジラミの場合（細田ら、1976）と同様に、既に多くの殺虫剤に抵抗性を獲得した系統が侵入した可能性が高い。果菜類は商品価値が高いため、頻繁に薬剤が散布され、害虫の発生は極めて少ない。このため、原産地の他の植物上では他の害虫との種間競争が起こり本種が十分に増殖できないのに対し、我が国の果菜類上では殺虫剤により他の害虫の増殖が抑えられるため殺虫剤に抵抗性を持った本種が十分に増殖するものと考えられる。

これらのことから、我が国へ侵入した本種にとって、我が国の果菜類の栽培様式は極めて好適なものであったといえる。すなわち、露地栽培と施設栽培を往復するという生活環を形成し、本来越冬不可能な本種の越冬を可能にした。また、天敵を伴わずに侵入したため生物的な増殖阻害要因は小さく、好適な餌は栽培期間中常に存在し、他の物理的増殖阻害要因も小さい。また、薬剤散布が頻繁であり他の害虫は少なく、薬剤抵抗性を持つため他種との種間競争に弱い本種が十分に増殖できた。これらの特徴により、本種は我が国の果菜類で重要な害虫となりえた。本種の総合防除を検討するには、これらの点を考慮に

入れた対策が必要である。

第2編 ミナミキイロアザミウマの 個体群管理

第1章 密度調査法

害虫の個体群管理においては、目的にあった精度でその密度を推定することが不可欠である。一方で、当然のことながら、調査方法はより簡易なものが望まれる。ミナミキイロアザミウマの密度調査法としては白色又は青色粘着トラップを用いる方法と、見取り調査による方法が考えられる。ここでは、始めに粘着トラップによる発生調査法を確立するため、生息密度と誘引数の関係を検討し、次に見取り法による密度調査法における必要標本数の検討をキュウリで行った。

第1節 小型ハウスにおける粘着トラップの検討

ミナミキイロアザミウマは近紫外線を反射する白色又は青色に誘引される（山本ら、1981；北方・吉田、1982）。この性質を利用し、青色粘着リボンがマストラッピングに用いられる（竹内ら、1983b；西野・小野、1984；野中・永井、1984）とともに、白色粘着トラップ（池田ら、1982；松本ら、1983；松野・奥原、1985；金城ら、1985）、白色水盤（鈴木ら、1982）、青色粘着リボン（北村ら、1984；松野・家入、1984）が発生消長調査に用いられている。しかしながら、誘引数と生息数の関係についての検討はまったく行われていない。そこで、キュウリを栽培したビニルハウスに種々の粘着トラップを設置し、誘引数と生息数の関係を検討した。

1. 材料及び方法

野菜試験場久留米支場内のビニルハウス（奥行20m、間口5.4m）の北側約 1/3（6.5m）を近紫外線除去ビニルフィルムで被覆し近紫外線除去ビニル区とした。また、南側約2/3（13.5m）を一般ビニルフィルムで被覆し一般ビニル区とした。1982年9月13日にキュウリ‘さちみどり’（8月28日播種）を定植し、無加温で栽培した。なお定植苗のうち両区9株ずつは、定植2日前よりミナミキイロアザミウマを累代飼育しているガラス室に入れ、本種を寄生させた苗とした。

白色プラスチック（サンロイド®）板を直径8cm、高さ10cmの円筒状に加工し、表面に粘着剤を塗布した白色円筒粘着トラップと、青色

粘着リボンを両区に1個ずつ、中心の高さが地上50cmになるように設置した。また、一般ビニル区には、幅5cmの白色プラスチック（サンロイド®）板の片面に粘着剤を塗布した白色平板粘着トラップを地表面からハウス最上部（2.2m）まで連続的に設置し、10cmごとの虫数を数えた。

定植後、原則として7日間隔で、キュウリへの成・幼虫別の寄生数を葉位別に調査し、あわせてトラップへの誘引虫数を雌雄別に調べた。

2. 結果及び考察

一般ビニル区の地表面からハウス最上部まで連続的に設置した白色平板粘着トラップの高度別誘引虫数の時間的変動をFig.29に示した。各調査日とも地表面からハウス最上部までのほとんどすべての部位で捕獲された。誘引数の多い高さは作物の生長に伴い上部へ移った。キュウリ株内における成虫の葉位別分布は、頂葉から5～10番目の葉位に最も多い1山型の分布であり、誘引数の多い高さは成虫の最大寄生葉位とほぼ一致していた。

次に、調査時の株当たり成虫数（雌雄合計）と、前回調査時からのトラップの日当たり誘引数（雌、雄及びその合計）との関係をTable 9に示した。両区とも、ほとんどの場合で有意な正の相関が認められた。近紫外線除去ビニル区は、いずれもやや相関が低い傾向であったが、この原因は明らかでなかった。雌雄別に検討すると、いずれのトラップデータを用いた場合でも雌雄とも誘引数とキュウリでの葉当たり個体数との間に正の相関が認められ、雌の誘引数は雄の誘引数に比べて葉当たり個体数との相関が高かった（Table 9）。また、各トラップに誘引された成虫の性比は、雌が50～60%でトラップ間での差はなかった。

各トラップの誘引数とキュウリでの葉当たり個体数との間に正の相関が認められたが、この傾向は白色平板粘着トラップが極めて高く、青色粘着リボンと白色円筒粘着トラップでは粘着リボンの誘引数の方が相関がやや高かった（Table 9）。キュウリの生育に伴い誘引数の多い部位が上部へ移ったが白色平板粘着トラップは地表面からハウス最上部まで設置されているため、調査全期間にわたり株当たり密度を正しく反映したためと思われる。これに対し、白色円筒粘着トラップは地上45～55cm、青色粘着リボンは地上12.5～87.5cmに固定されており、誘引の多い部位が上部へ移った調査後期に株当たり密度をやや反映しにくかったものと考えられる。

以上のことから考えると、白色円筒粘着トラップ、青色粘着リボン

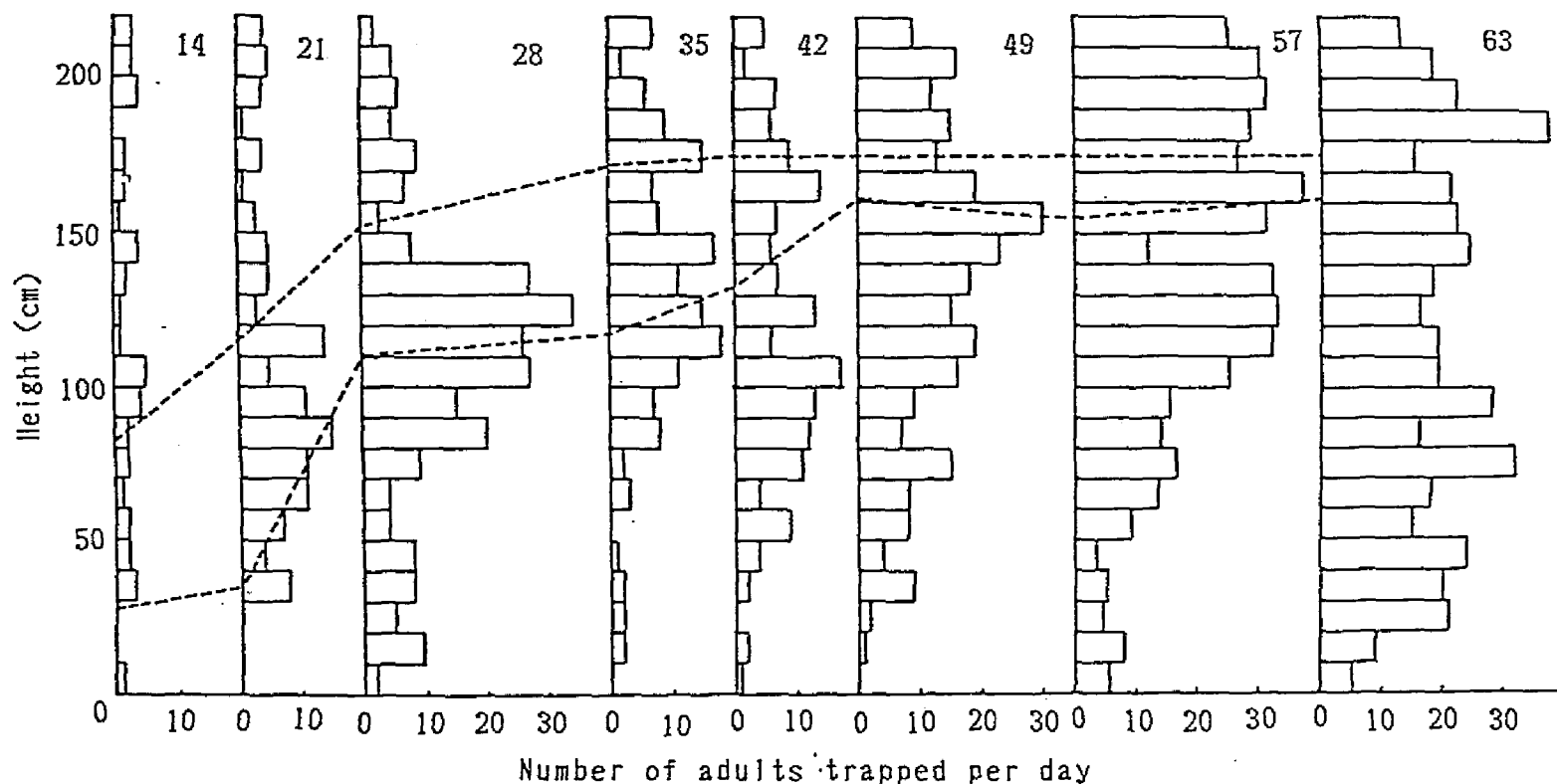


Fig. 29 Vertical distributions of *Thrips palmi* trapped by the sticky board in a plastic house in which cucumber was cultivated. Solid and broken lines indicate changes of mean height of the top leaf and the leaf on which adults predominated, respectively. Numerals shows the days after release of the insects.

Table 9. Values of correlation coefficient (r) between the density of Thrips palmi per plant and the number of adults trapped by sticky trap per day.

Plot ¹⁾	Shape of trap	N	$r^{2)}$		
			♀	♂	♀+♂
I	Cylinder	9	0.68*	0.66 _{n.s.}	0.68*
	Ribbon	8	0.86**	0.75*	0.82*
	Board	8	0.96***	0.94***	0.96***
II	Cylinder	9	0.69*	0.39 _{n.s.}	0.62 _{n.s.}
	Ribbon	8	0.65 _{n.s.}	0.82*	0.75*
I+II	Cylinder	18	0.79***	0.78***	0.80***
	Ribbon	16	0.91***	0.84***	0.89***

¹⁾ I: plastic house covered with normal vinyl film

II: plastic house covered with vinyl film which was not transmitted by ultraviolet rays

²⁾ n.s.: not significant

*, **, ***: significant at $P=0.05, 0.01, 0.001$, respectively

ともキュウリでの密度をよく反映しており、これらのトラップを利用して発生量の変動を推定することが可能と考えられるが、一定の高さに固定する方法では、作物の生育に伴ってやや密度を反映しにくくなるので、成虫の最大寄生葉位である繁みの上部へトラップを移す方がより正しく密度を反映するものと思われる。また、本試験の実施されたような高密度で性比の安定な時には、調査は雌のみ、あるいは雌雄合計で行うことにより密度を正しく反映するものと思われる。

第2節 栽培施設における粘着トラップの検討

第1節において、単一の施設においては粘着トラップの誘引数が生息数を正しく反映していることが示された。多くの施設のデータをこみにしてもこの関係が存在するかを検討するために、九州地域内の一般農家の栽培施設において生息密度と白色粘着トラップの誘引数を調べた。

1. 材料及び方法

1981年9月から1982年7月に、九州各県内の果菜類栽培ビニルハウスでミナミキイロアザミウマの発生調査を行った。調査ハウス数は合計21で、栽培作物別内訳はピーマン2、ナス5、キュウリ11、スイカ3であった。発生調査は見取り法とトラップ法で行った。調査は原則として定植から収穫終了まで7日または14日間隔で行った。

見取り法による調査は、ピーマンでは花、ナス・キュウリ・スイカでは展開直後の成葉について行い、それぞれのハウスで原則として10株について各株2花又は2葉上の成虫数を数えた。

トラップ法による調査には、白色プラスチック（サンロイド®）板を直径8cm、高さ20cmの円筒型に加工し、外側に粘着剤を塗布したものをを用いた。これを各ハウスの中央部の株間に畝上0.5mの高さに垂直に設置した。本種の雄成虫はヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* TRYBOM 等他種の雄成虫との識別が容易でないため、誘引された雌成虫のみを数えた。

2. 結果

スイカ栽培ハウスにおける1葉当たり見取り成虫数（以後、見取り虫数と呼ぶ）と白色粘着トラップへの1日1トラップ当たり誘引雌成虫数（以後、誘引虫数と呼ぶ）の季節的変動の1例をFig.30に示した。それによると、2月までは低密度に推移し、葉当たり見取り虫数は0.2頭以下であり、誘引虫数は0.6頭以下であった。3月に入り見取り虫数が急激に増加するにつれ、誘引虫数も増加した。見取り虫数（ x ）と誘引虫数（ y ）の間には有意な相関が認められた（ $y = 0.29 + 3.87x$ 、 $r = 0.89^{***}$ 、 $N = 12$ ）。各ハウスにおける見取り虫数と誘引虫数の関係をTable 10に示した。多くのハウスにおいても同様に、見取り虫数と誘引虫数の季節的変動はハウスごとによく似た傾向を示し、21ハウス中17ハウスにおいて両者の間に有意な正の相関が認められた。

すべての調査ハウスにおける見取り虫数と誘引虫数のデータを作物

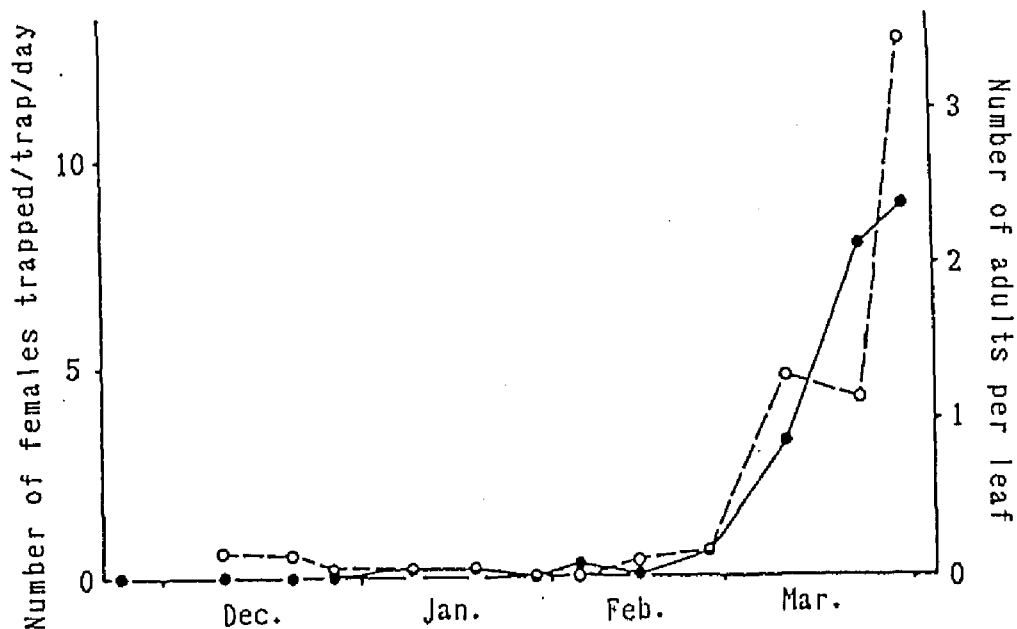


Fig. 30 Trends of the number of *Thrips palmi* per leaf of watermelon cultivated in a plastic house and the number of females trapped by sticky trap.
 —: Number of females trapped, ---: Number of adults per leaf

ごとにまとめ、ナスでの例をFig.31に示した。見取り虫数と誘引虫数の間には有意な正の相関が認められた。各作物での結果をTable 11に示した。どの作物でも見取り虫数と誘引虫数の間には有意な正の相関が認められた。しかしながら、すべてのハウスのデータを込みにして、見取り虫数と誘引虫数の相関をみた場合には有意な正の相関は認められたが、ばらつきが大きかった。

3. 考察

アザミウマ類は特定の色彩に誘引されることが知られており、*Taeniothrips* spp. (LEWIS, 1959)、*Frankliniella occidentalis* (PERGADE) (MOFFITT, 1964)、*Scirtothrips citri* (MOULTON) (BEAVERS et al., 1971) は白色に誘引され、*Sericothrips valiabilis* BEACH (WALKER, 1974)、チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* HOOD (大場・小泊, 1978) は黄色に、*Anaphothrips obscu-*

Table 10. Relationship between the number of adults per leaf (x) and the number of females trapped by sticky trap per day (y) of Thrips palmi in each plastic house, represented by the equation, $y=A+Bx$.

No.	Crop	N ¹⁾	A	B	r ²⁾
1	Sweet pepper	15	7.45	18.59	0.56*
2	Sweet pepper	12	1.46	-3.51	-0.05 _{n.s.}
3	Eggplant	19	1.05	0.04	0.57*
4	Eggplant	25	0.82	4.20	0.73***
5	Eggplant	15	10.16	88.19	0.57*
6	Eggplant	23	0.82	4.88	0.62**
7	Eggplant	12	-6.51	4.98	0.91***
8	Cucumber	10	0.64	21.32	0.95***
9	Cucumber	15	0.25	2.31	0.02 _{n.s.}
10	Cucumber	11	1.62	-0.50	-0.13 _{n.s.}
11	Cucumber	9	1.35	91.20	0.90***
12	Cucumber	12	13.25	10.43	0.95***
13	Cucumber	23	0.42	0.36	0.78***
14	Cucumber	12	1.14	0.25	0.54 _{n.s.}
15	Cucumber	16	6.27	0.52	0.83***
16	Cucumber	14	2.53	6.03	0.87***
17	Cucumber	13	46.65	9.50	0.85***
18	Cucumber	18	0.01	15.95	0.82***
19	Watermelon	12	0.29	3.87	0.89***
20	Watermelon	11	0.11	355.94	0.96***
21	Watermelon	12	1.08	150.19	0.93***

1) N: number of observation

2) _{n.s.}: not significant

*, **, ***: significant at P=0.05, 0.01, 0.001, respectively

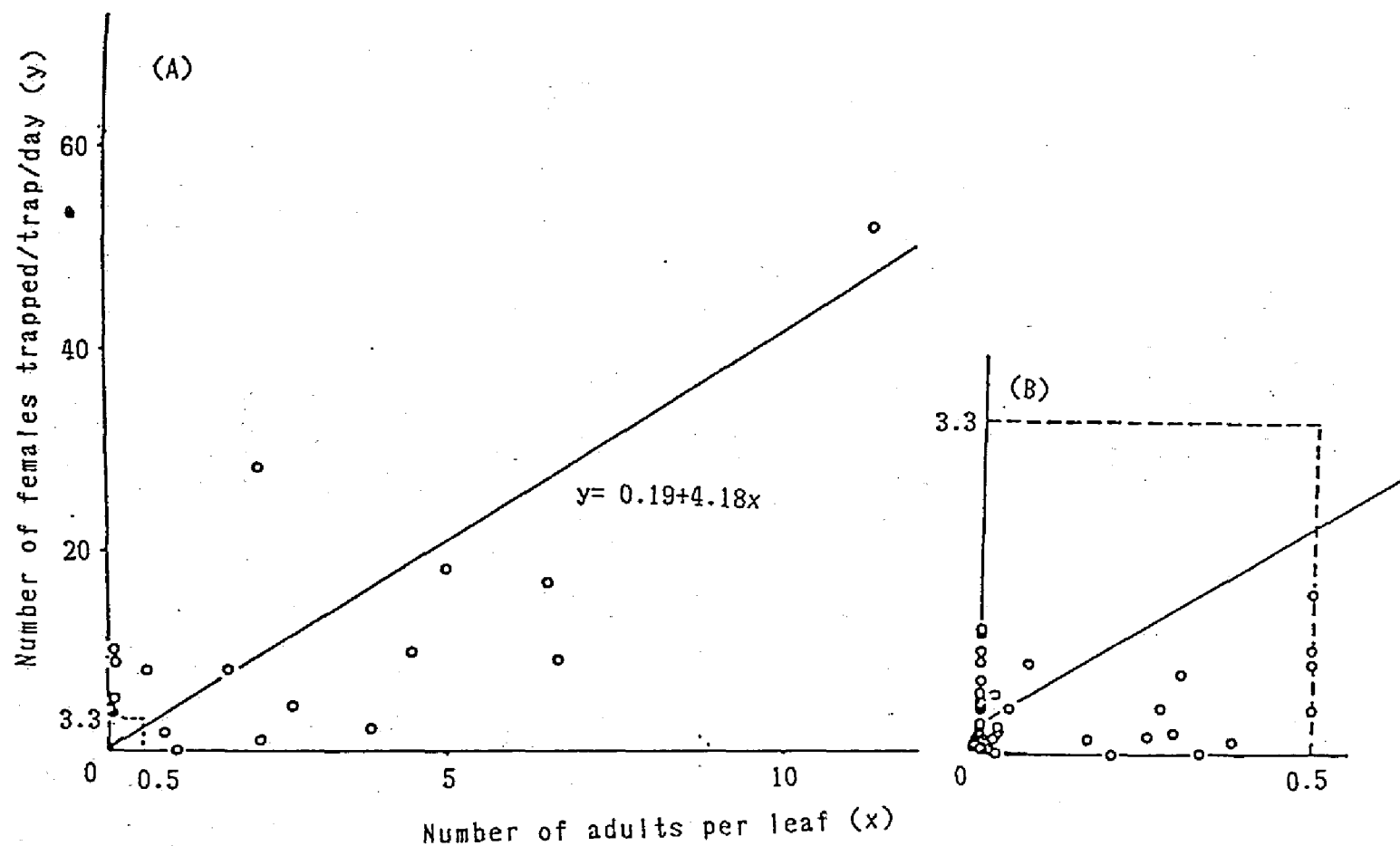


Fig. 31 Relationship between the number of adults per leaf of eggplant and the number of females trapped by sticky trap in a plastic house . (B) is a magnification of the left part of (A) enclosed by dotted line.

Table 11. Relationship between the number of adults per leaf (x) and the number of females trapped by sticky trap per day (y) of Thrips palmi within the data obtained from the houses in which the same crop was cultivated, represented by the equation, $y=A+Bx$.

Crop	N ²⁾	A	B	r ³⁾
Sweet pepper (2) ¹⁾	27	3.45	23.53	0.71***
Eggplant (11)	81	0.19	4.18	0.88***
Cucumber (14)	165	11.20	1.60	0.36***
Watermelon (3)	31	1.60	3.32	0.52**

1) number of houses examined

2) number of observation

3) **, ***: significant at $P=0.01, 0.001$, respectively

rus MULLERとFrankliniella fusca (HINDS)は黄色と白色に、F. tritici (FITCH)は黄色と近紫外部を吸収する白色に、Taeniothrips simplex (MORISON)は橙色に (WALKER, 1974)、ヒラズハナアザミウマは青色に (中垣・白井、1982) 誘引される。この性質を利用し、粘着トラップによる発生調査が多く種の行われているが、誘引数と生息密度の定量的な調査は少なく、わずかにヒラズハナアザミウマにおいて花当たり寄生虫数と誘引数の間に正の相関が認められた (中垣、1983) のみである。

本試験では、ハウスごとにみた場合、ミナミキイロアザミウマ成虫の葉当たり個体数と白色粘着トラップへの雌成虫の誘引数の間には、大部分のハウスにおいて高い正の相関が認められた。しかしながら、多くのハウスのデータを込みにした場合には両者の間に有意な正の相関はあるものの、ばらつきが大きかった。竹内ら (1983a) はミナミキイロアザミウマの青色粘着トラップ及び吸引粘着トラップへの誘引数及び誘引の日周パターンが天候により異なることを示し、萩谷 (1982)、矢野・腰原 (1984) はオンシツコナジラミ Trialeurodes vaporariorum WESTWOOD の黄色粘着トラップへの誘引数が気温により変

化することを示している。また、*Limothrips cerealium* HALIDAYの飛び立ち行動は温度、日照、風速により大きな影響を受ける（LEWIS、1963）。これらのことから、トラップへの誘引数は種々の環境条件により大きな影響を受けるものと考えられ、環境条件の変化の比較的小さい単一ハウスのデータではばらつきが小さいが、多くのハウスのデータを込みにするとばらつきが大きくなるものと考えられた。

これらのことから、粘着トラップは単一の施設における大まかな個体数の変動を知るためには有効と考えられるが、トラップデータからの個体数の精密な推定は困難と考えられた。

第3節 見取り法による密度調査

Iwao and Kuno (1971) によれば、密度調査において一定の目標精度 D （標準誤差／平均密度）で平均密度の推定値を得るために必要な標本数 q は

$$q = \{ (\alpha + 1) / \bar{x} + \beta - 1 \} / D^2$$

となる（ α 、 β は $m-m$ 回帰式の係数の推定値）。

第1編、第3章、第1節に示したように、施設栽培のキュウリにおいて、ミナミキイロアザミウマの成虫は個体を単位とし、葉当たりでは集中的な、株当たりではランダムな分布であり、幼虫は小さなコロニーを単位とし、葉当たりでは集中的な、株当たりでは弱い集中分布であった。葉当たりでみると、成・幼虫とも強い集中分布であるため、葉をランダムに抽出した場合には必要標本数は大きくなる。また、葉当りでみると集中分布をしているのは株内での垂直分布の偏りによると考えられる（Fig.13）。そこで、同一のデータを用い、展開直後の成葉2枚を抽出した場合を考え、2葉当りの平均密度（ \bar{x} ）と平均込み合い度（ \bar{v} ）との関係を求めると、

$$\text{成虫：}\bar{v} = 0.42 + 1.48\bar{x} \quad (r^2 = 0.96)$$

$$\text{幼虫：}\bar{v} = 4.30 + 1.69\bar{x} \quad (r^2 = 0.94)$$

となり、当然のことながら β の値は1に近づく。このことから、特定の葉位を決めてサンプリングを行う方法は、必要標本数を少なくすることができ、よりよい抽出法と考えられた。このため以後は、キュウリの株をランダムに抽出し、各株から展開直後の成葉2枚を抽出する方法での検討を行った。

$D = 0.1, 0.2, 0.3, 0.5$ の時の成虫、幼虫での2葉当たり平均密度と必要抽出株数の関係をFig.32に示した。当然のことながら、必要抽

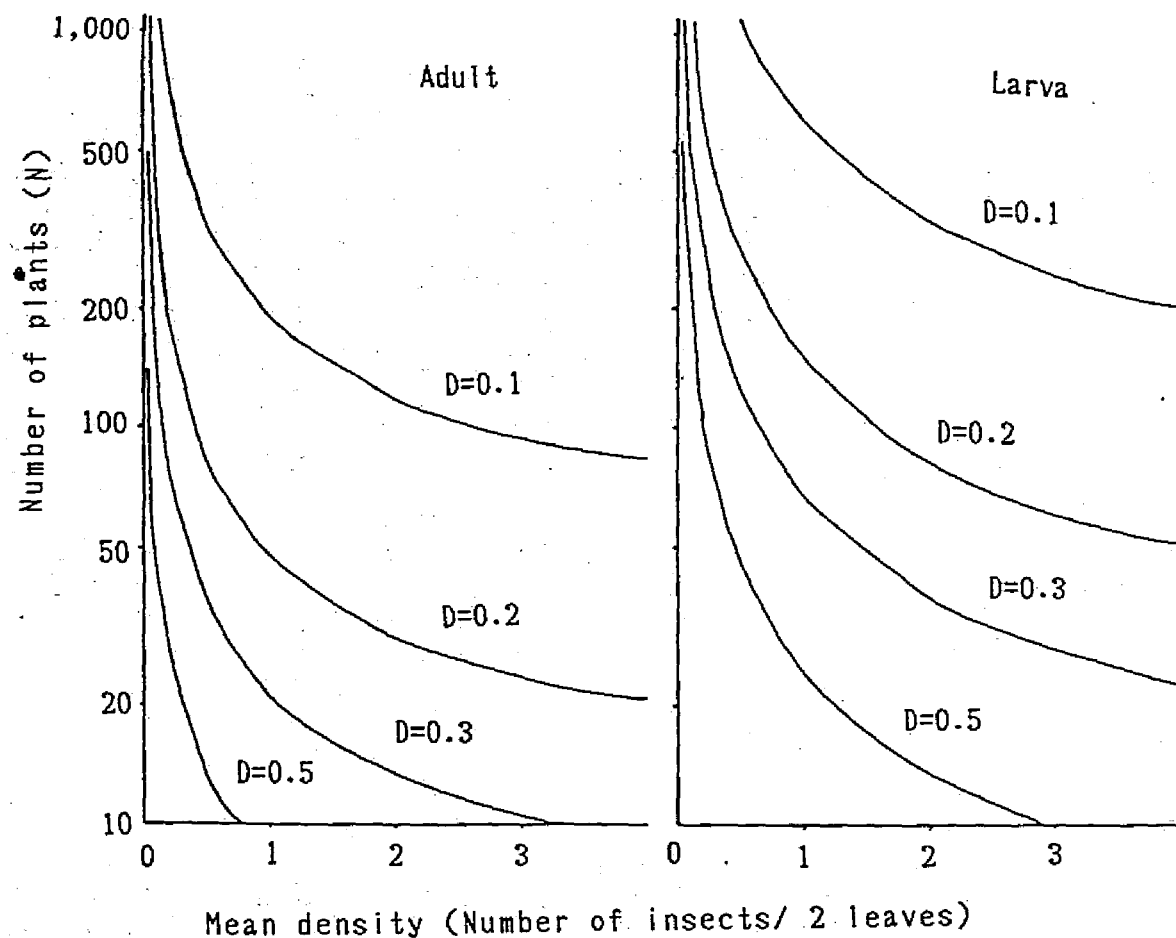


Fig. 32 Number of plants required to estimate the mean density of Thrips palmi with a fixed level of precision in terms of D (D: magnitude of standard error relative to mean density). The ordinate is represented in log scale (log N).

出株数は精度を高めれば増加するし、また一定精度では平均密度が低くなると急激に増加する。

この図から必要抽出株数を決定するには、あらかじめ予備調査によりだいたいの平均密度を知らねばならない不便さがある。とりわけ、本種のように低密度時の推定が重要になる場合には、わずかの密度の違いにより必要標本数が大きく変わるため、この点が問題となる。このため、平均密度を事前に必要としない方法として、KUNO (1969) の逐次抽出法を適用した。この方法は、調査時に抽出標本数と累積個体数を逐次グラフ上にプロットしてゆき、図の打ち切り線を越えた所で調査を中止すれば、目標の精度を得るものである。打ち切り時の累積個体数 (T_q) と必要標本数 (q) の関係は

$$T_q = (\alpha + 1) / (D^2 - (\beta - 1) / q)$$

であらわされる。この式を成虫、幼虫のそれぞれに適用し、 $D = 0.1$ 、 0.2 、 0.3 、 0.5 の時の調査打ち切り線をFig.33に示した。この方法においても、一定精度の調査を行うには逐次グラフ上にデータをプロットしていかなければならない。ミナミキイロアザミウマの個体群管理において問題となる密度は極めて低密度であり、図から明らかなように抽出株数が増加しても、調査打ち切りの累積個体数はほとんど減少しない。このため、低密度時の調査においては、打ち切り線がX軸と平行な線に漸近する値をもって、調査打ち切りの目安としても、大きな誤りはないものと考えられる。すなわち、それらは成虫では $D = 0.1$ で142、 $D = 0.2$ で35.5、 $D = 0.3$ で15.8、 $D = 0.5$ で5.7、幼虫では $D = 0.1$ で530、 $D = 0.2$ で132.5、 $D = 0.3$ で58.9、 $D = 0.5$ で21.2となる。また、防除の要否の決定のための密度推定においては、実際の密度が要防除密度に比べ高いか低いかの判断ができればよいので、LWAO (1975) の逐次抽出法を用いても十分であり、実際の密度と要防除密度の差の大きい時には必要抽出数を少なくすることができる。

幼虫は成虫に比べ、集中度が高く、とりわけ基本集合度示数 (α) の値が大きいため、幼虫の調査では必要標本数は多くなる。また、成虫は橙黄色であるのにたいし、1齢幼虫は白色、2齢幼虫は黄白色であり、幼虫の発見が困難なことから、幼虫の調査は成虫の調査に比べ時間を要し、見落としが多くなる。株当たりでみた時、成虫と幼虫の個体数の間には高い正の相関が認められ (Fig.35)、どちらか一方の調査で他方の個体数の推定が可能であることから、見取り調査は成虫を対象に行うことが望ましいと思われる。

粘着トラップを用いて密度を推定することが困難なため、本種の密度調査は見取り法により行わなければならない。本種の個体群管理を

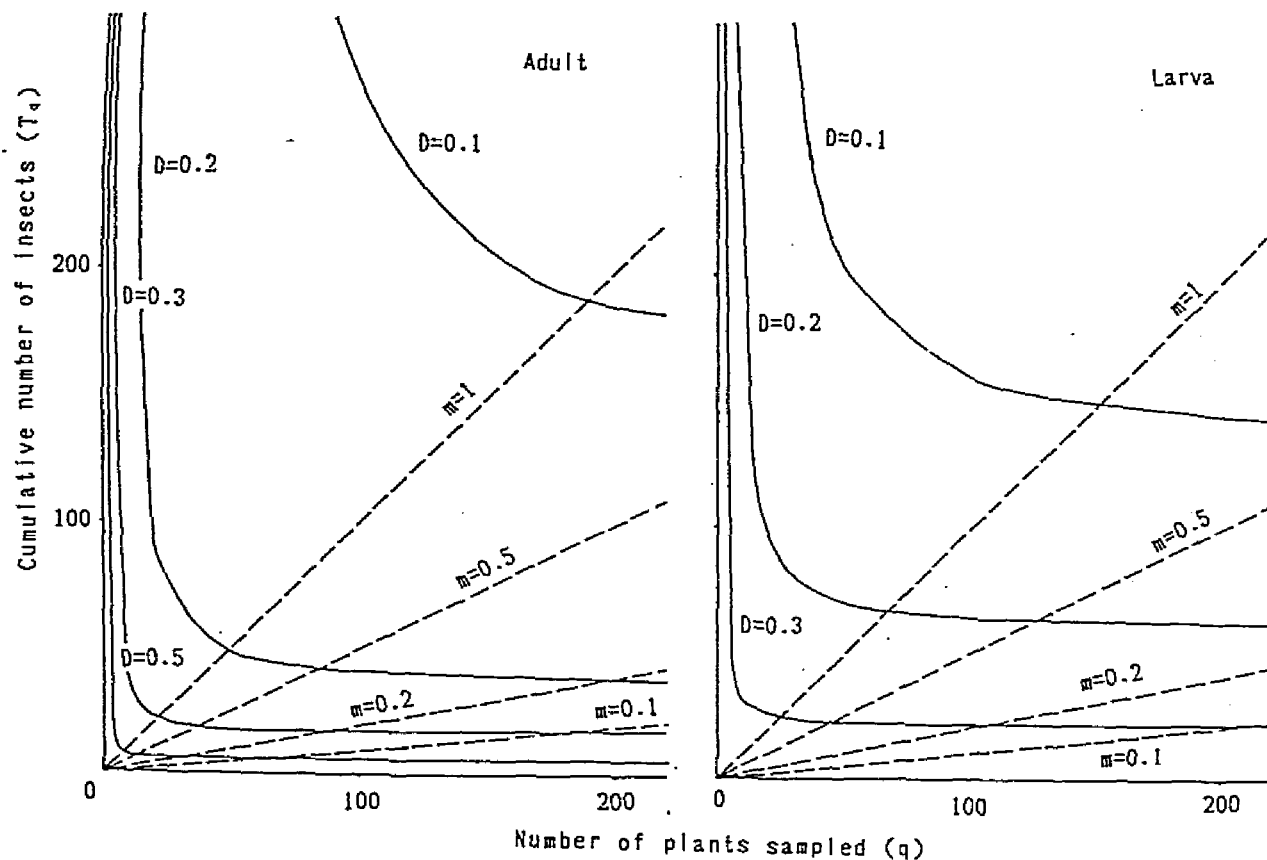


Fig. 33 The graph for sequential sampling of *Thrips palmi* in case of infinite population. Solid lines indicate the stop lines. The points of intersections of the broken lines and the stop lines indicate the theoretical points to stop sampling for the specific values of mean density (m).

考えるときに重要な低密度時の密度推定には、極めて多くの葉を調査する必要がある。本種は微小であり、その調査には多くの時間を要する。ハダニ類では被害程度の調査 (HUSSEY and PARR, 1963; 松崎・高井, 1977)、寄生葉率の調査 (OATMAN and VOTH, 1972)、オンシツコナジラミでは寄生株率の調査 (XU, 1982; 矢野・腰原, 1984) により密度を推定する試みがなされており、ミナミキイロアザミウマにおいても個体群管理技術を現場の技術として普及するためには、より簡易な密度推定法の開発が必要と考えられる。

第2章 被害解析

ミナミキイロアザミウマは西日本における果菜類の最重要害虫であり、防除が困難なことから、本種を防除するために極めて多数回の薬剤散布が行われている。しかしながら、本種の密度と被害の関係については、露地キュウリについて検討されている（鈴木・宮良、1983）だけであり、本種に対する薬剤散布の要否、時期の決定は経験的になされているのが現状である。果菜類は栽培期間が長く、収穫がほぼ毎日行われるため、薬剤散布は必要最小限にとどめることが望まれる。薬剤による防除を、総合防除体系のなかに位置づけるためには要防除密度の設定が不可欠であり、これには被害解析の研究が前提となる（巖・桐谷、1973）。

第1編、第1章、第2節に示したように、本種の増殖が作物により異なるとともに、被害の発現様式が作物により異なるため、被害解析はそれぞれの作物ごとに行われなければならない。ここでは、主要な果菜類3種（キュウリ、ナス、ピーマン）について被害解析を行った。

第1節 施設栽培キュウリにおける被害解析

まず、施設栽培のキュウリで、密度を変えてミナミキイロアザミウマを接種し、収穫期間中は一定の密度になるよう薬剤散布により調節し、密度と被害の関係を検討した。

1. 材料及び方法

調査施設及び供試作物

調査は野菜試験場久留米支場内のビニルハウス（奥行20m、間口5.4m）で行った。1983年4月14日にキュウリ‘さちみどり’（3月2日播種）を定植し、畝上は黒ポリフィルムで被覆し、無加温で栽培した。主枝は25節で摘心し、途中に派生する側枝はすべて2節を残し摘心した。ミナミキイロアザミウマ以外に、ワタアブラムシ *Aphis gossypii* Glover、うどんこ病、べと病の発生が認められたため、ミナミキイロアザミウマに影響の少ないDDVP乳剤、キノキサリン系水和剤、TPN水和剤を全区同一に適宜散布した。

試験区の構成

ビニルハウス内を白寒冷紗により4区に区切り、各区は21株（各区3畝、各畝7株）とした。試験区は、高密度寄生苗定植区（I区）、

低密度寄生苗定植区（Ⅱ区）、薬剤散布区（Ⅲ区）、対照区（Ⅳ区）とし、この順に寄生密度が低くなるようにした。Ⅰ区に定植した苗は定植4日前から、Ⅱ区、Ⅲ区に定植した苗は定植2日前から本種を累代飼育しているガラス室に入れ、本種を寄生させた。Ⅰ区、Ⅱ区は定植後本種を対象とした薬剤散布を行わずに栽培し、Ⅲ区は葉当たり成虫10頭を目標にBPMC乳剤、フェンバレート・マラソン水和剤、プロチオホス乳剤を散布した。Ⅳ区には定植時に株当たり2gのカルボスルファン粒剤を植穴処理し、その後もⅢ区と同様の薬剤散布を行い、低密度に保った。薬剤の種類及び散布時期はFig.34に示した。

調査方法

調査は全株について原則として7日間隔でおこない、各株の若い展開葉10枚を選び、成・幼虫別の寄生数を数えた。なお、Ⅰ、Ⅱ区では個体数が増加したため、定植64日後からは成虫数のみの調査とした。また、各調査日には草丈、主枝節数を調べた。収穫は毎日行い、1果ごとに重量と傷の有無を調べた。

2. 結果

ミナミキイロアザミウマの個体数変動

各区における葉当たり成・幼虫数の変動と薬剤処理日をFig.34に示した。Ⅰ区では定植時の寄生密度が高く（葉当たり成虫51.1頭、幼虫39.1頭）、定植直後から下位葉の多くが枯れ、個体数は一時減少したが、その後急速に増加し、成虫数は定植49日後に葉当たり100頭を越え、試験終了時まで葉当たり100頭前後であった。幼虫数は定植56日後に葉当たり376頭に達し、以後調査を中止したが、試験終了時まで密度は高かった。Ⅱ区、Ⅲ区に定植した苗には、定植時に葉当たりで成虫が7.5頭、幼虫が2.8頭寄生していた。Ⅱ区では定植後約30日は葉当たり成虫10頭前後であったが、その後増加は急速になり、定植49日後に葉当たり成虫51頭に達した。その後は増加は再び緩やかとなり、試験終了時で葉当たり成虫78頭であった。Ⅲ区では定植13日後より1～3週間間隔の8回の薬剤散布により、葉当たり成虫数は10頭前後で推移した。Ⅳ区では定植35日後まではきわめて低密度で推移し成虫数は葉当たり0.3頭以下であった。その後はやや増加したが、最高で成虫が葉当たり3.8頭、幼虫が葉当たり4.4頭に抑えられた。各区とも、成虫数の変動と、幼虫数の変動は同様の傾向であり、すべての区を込みにした場合、葉当たり成虫数と幼虫数の間には強い正の相関が認められ（Fig.35）、成虫数のみの調査で幼虫の葉当たり個体数の推移を代表できるものと考えられた。

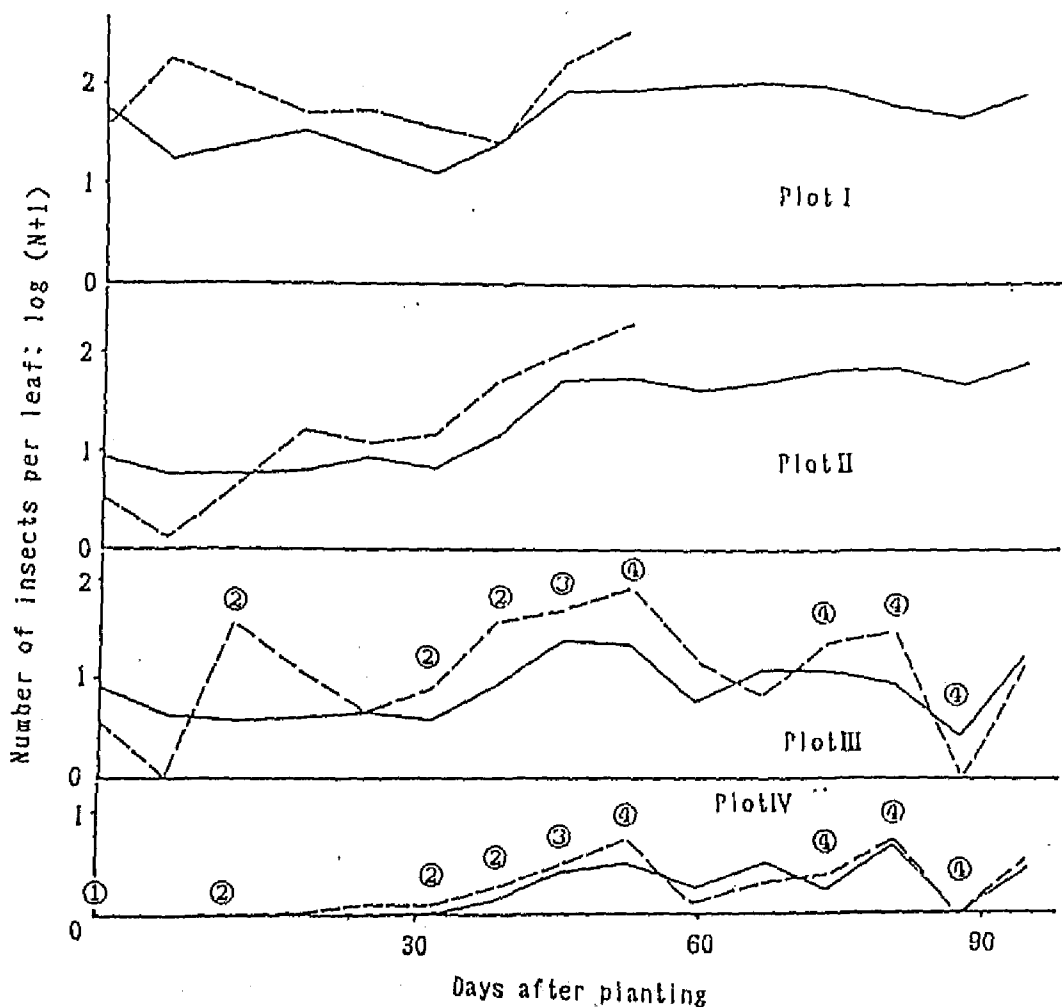


Fig. 34 Fluctuation of population of *Thrips palmi* on the cucumber cultivated in a plastic house for each plot. Seedlings planted in plot I were heavily infested, those planted in plot II and plot III were lightly infested and those planted in plot IV were not infested. Insecticide was not sprayed in plot I and plot II, but in plot III insecticides were sprayed to control the number of insects at the expected level (10 adults per leaf), and in plot IV insecticides were sprayed at the same time as in plot III. Solid and broken lines indicate adult and larva, respectively. ○ indicates chemical treatment as follows; ①: carbosulfan (G, 2g/plant), ②: BPMC (E, x1500), ③: fenvalerate/marathon (WP, x1000), ④: prothiophos (E, x1000)

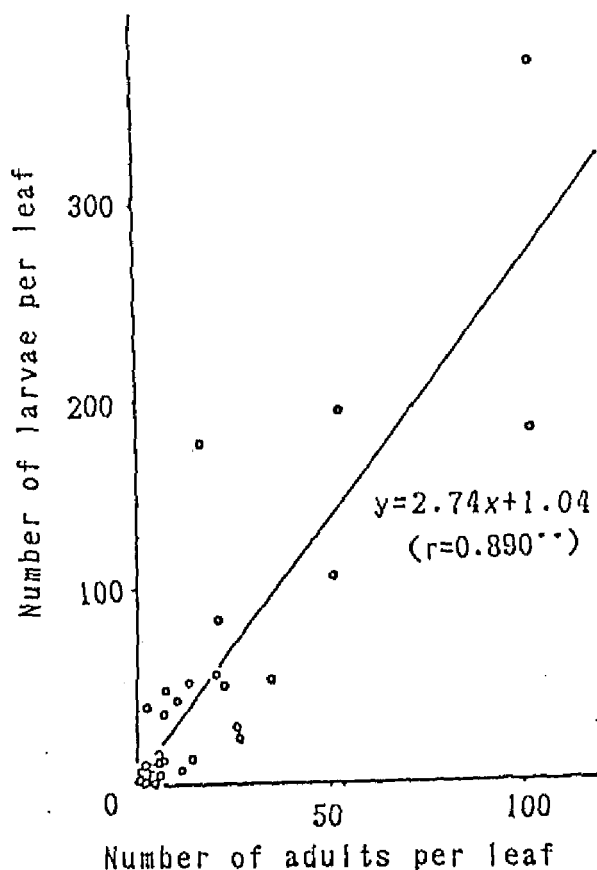


Fig. 35 Relation of the number of larvae to the number of adults of *Thrips palmi* per leaf of the cucumber cultivated in a plastic house.

各区における葉当たり成虫数の変動をまとめてFig.36に示した。定植直後はⅡ区とⅢ区でほぼ等しく、定植85日後以後はⅠ区とⅡ区でほぼ等しくなったが、他の期間では区間の密度差は明確であった。また各区ともキュウリの生育前期の密度はやや低く、収穫期である生育後期の密度は若干の変動はみられるもののほぼ一定の値をとった。全収穫期間の平均葉当たり成虫数は、Ⅰ区で68.3頭、Ⅱ区で42.4頭、Ⅲ区で9.7頭、Ⅳ区で1.2頭であった。

キュウリの生育

各区における定植後の主枝節数、草丈の推移をFig.37に示した。主枝節数は定植21日後に、Ⅳ区が15.7節であるのに対し、Ⅱ、Ⅲ区は14.7~14.6節、Ⅰ区は9.5節と、寄生の高いⅠ区で極めて少なかった。

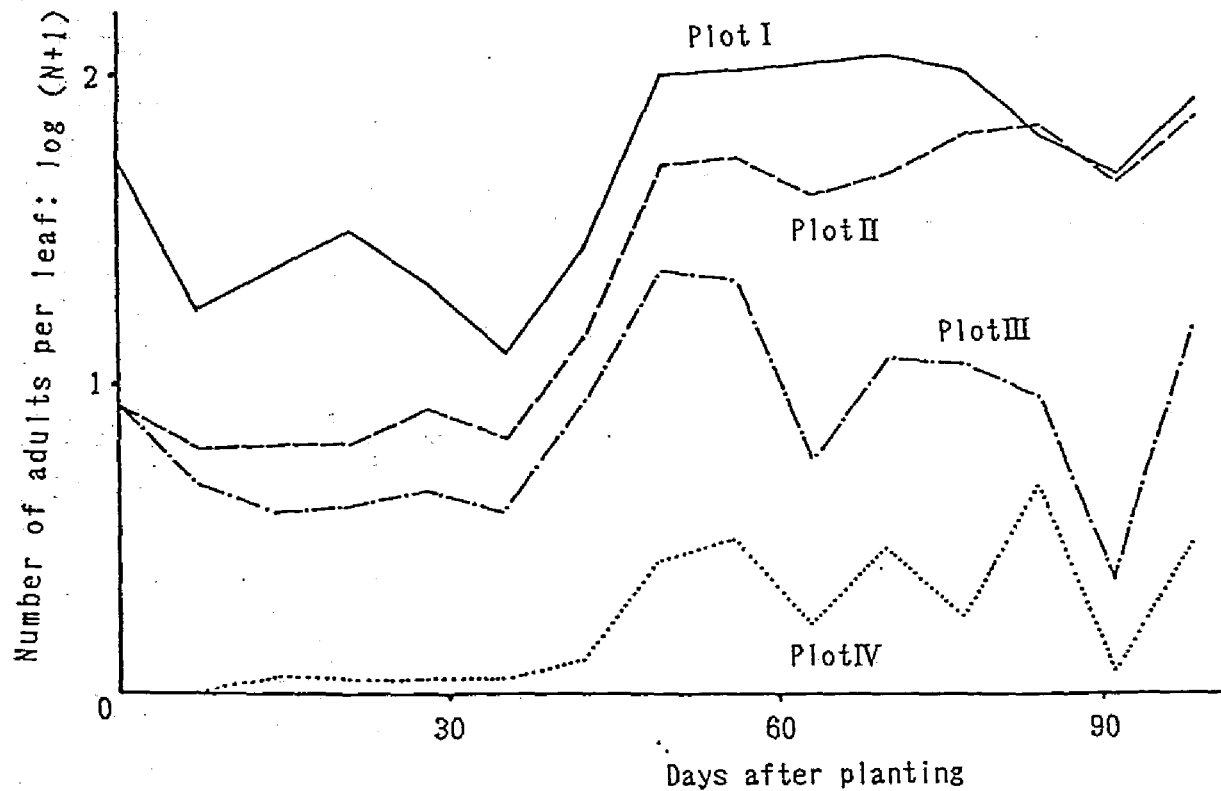


Fig. 36 Comparison of population fluctuation of adults of Thrips palmi on the cucumber cultivated in a plastic house between plots (Redrawn from Fig.34).

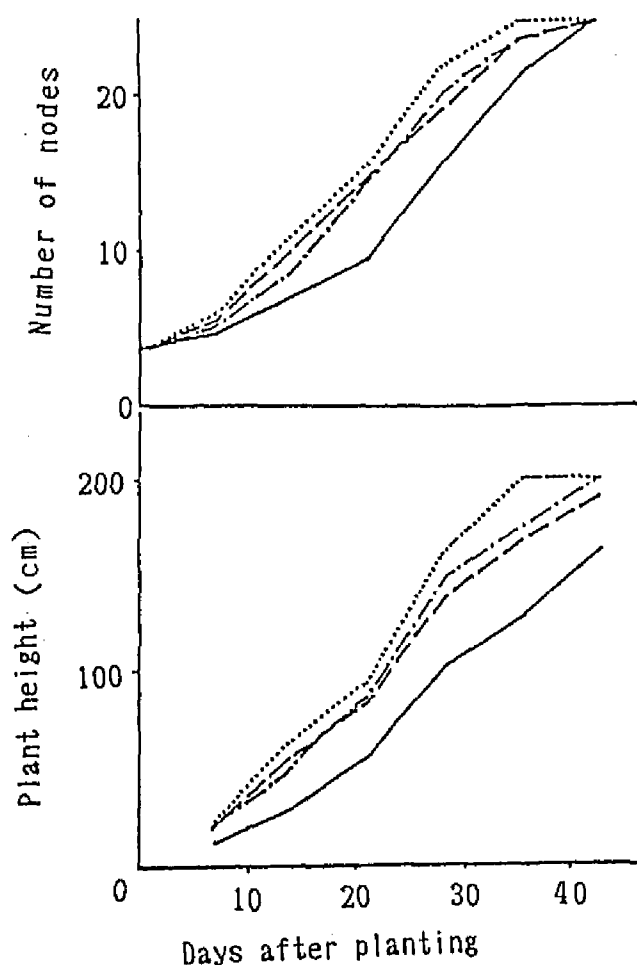


Fig. 37 Growth of the cucumber plant cultivated in a plastic house for each plot. Each line represents the same plot as described in Fig.36.

IV区では定植35日後に全株が25節に達し摘心したのに対し、II、III区は定植41日後に、IV区は定植49日後に25節に達し摘心した。草丈は定植41日後にIV区が95cmであるのに対し、II、III区は83~85cm、I区は56cmであり、I区はIV区の60%以下であった。25節の高さも、I、II、III区が197~202cmであるのに対し、IV区は162cmであった。

キュウリの収穫量の変動

各区におけるキュウリの傷果も含めた全収穫量の累積値の変化を

Fig.38に示した。各区とも収穫は定植27日後より始まり、IV区では定植35日後から試験終了まで累積収穫量はほぼ直線的に増加し、日当たり収穫量はほぼ一定であった。II区、III区では収穫開始直後はIV区とほぼ同一の収穫量であったが、定植45日後前後から収穫量は減少した。特にII区では定植70日以後の収穫量が少なかった。I区では収穫開始直後から収穫量は他の区に比べ少なく、定植84日以後はほとんど収穫

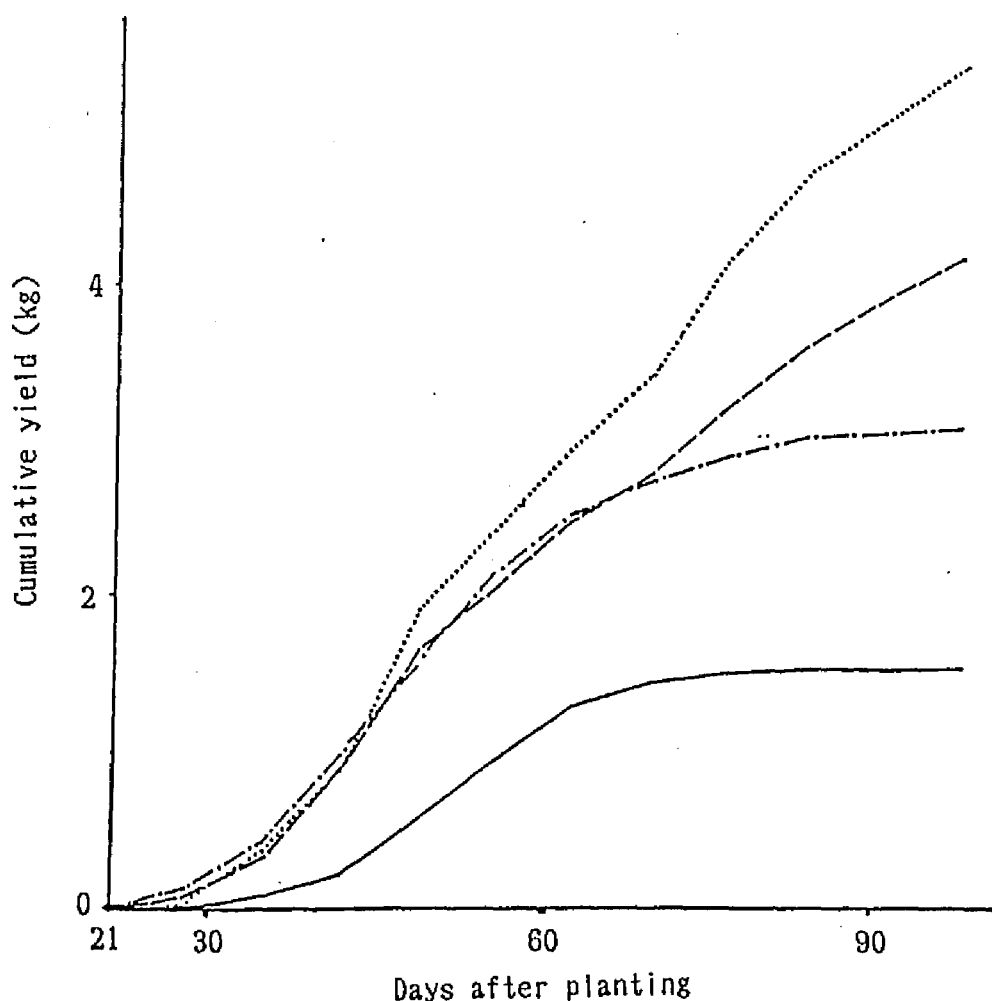


Fig. 38 Changes of cumulative yield of the cucumber cultivated in a plastic house for each plot.

- Each line represents the same plot as described in Fig.36.

はなかった。全期間での株当たり平均収穫量は、IV区が5.5kgと最も多く、III区が4.2kg、II区が3.1kgであり、I区は1.6kgとIV区の29%であった。

各区におけるキュウリの傷果率の変動をFig.39に示した。全期間を通じ、IV区では30%前後であり、III区では50%前後であった。I区、II区では定植70日後までは50%前後であり、それ以後、急速に上昇し、試験終了時にはほぼ100%となった。全期間での平均傷果率は、IV区が29%であり、III、II、I区ではそれぞれ46、53、60%であった。

ミナミキイロアザミウマの密度と被害

密度と被害の関係を解析するために、前回調査時から今回調査時までの収穫をまとめ、収穫量、傷果率を計算し、調査時点の葉当たり成虫密度との相関を求めた。なお、同一密度区においても畝により密度

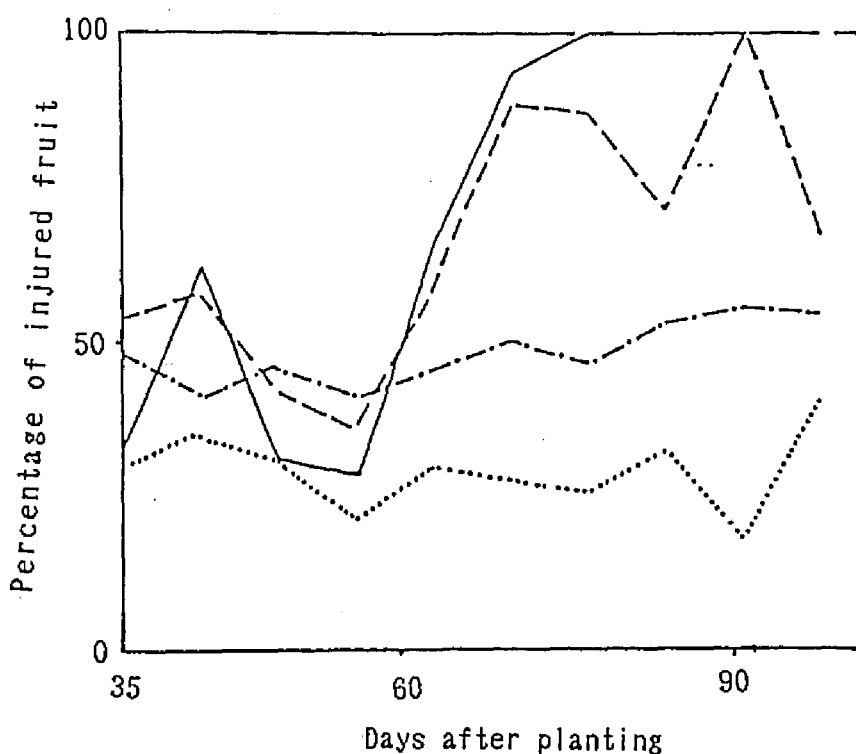


Fig. 39 Changes of the percentage of injured fruits of the cucumber cultivated in a plastic house for each plot. Each line represents the same plot as described in Fig.36.

が異なったため、同一密度区を畝により3区に分け、1畝(7株)を単位として計算した。葉当たり成虫数と収穫量、傷果率との相関係数の時期別の値をTable 12に示した。収穫量と成虫数との間には常に負の相関があり、収穫開始直後を除きその相関はきわめて高かった。収穫前期には成虫数と傷果率の間に一定の傾向は認められなかったが、収穫後期には高い正の相関が認められた。

次に、全収穫期間をまとめた株当たり収穫量、傷果率を求め、全収穫期間の葉当たり平均成虫数との関係をFig.40に示した。葉当たり成虫数(x)と収穫量(y)の間には $y = 5.11 - 0.048x$ ($r = -0.92^{**}$, $N = 12$)の高い負の相関が認められ、収量の5%および10%減少に対する被害許容密度はそれぞれ葉当たり成虫 5.3頭および10.6頭と推定された。葉当たり成虫数と傷果率(z)の間にも $z = 37.03 + 0.2$

Table 12. Changes in the value of correlation coefficient between the number of adults of Thrips palmi per leaf of cucumber, and the yield and the percentage of injured fruits.

days after planting	yield	% of injured fruit
29	-0.247	0.670*
35	-0.362	0.035
41	-0.528	0.481
49	-0.726**	-0.179
56	-0.534	-0.001
64	-0.612*	0.573
70	-0.790**	0.783**
77	-0.822**	0.838**
84	-0.873**	0.786**
90	-0.866**	0.832**
98	-0.798**	0.766*

*, **: significant at $P=0.05, 0.01$, respectively

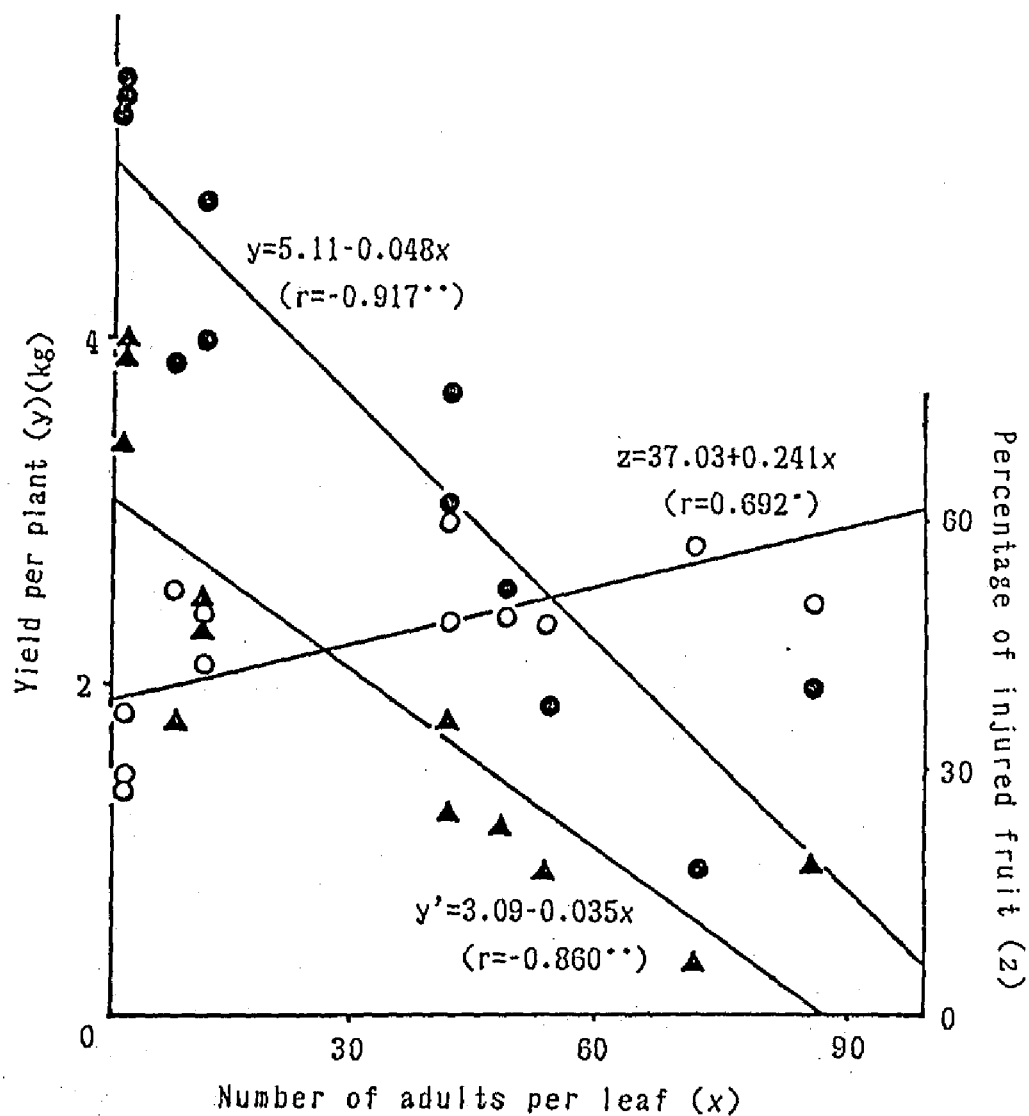


Fig. 40 Relationship of the number of adults of *Thrips palmi* per leaf to yield and the percentage of injured fruits of the cucumber cultivated in a plastic house. ●:total yield, ▲:yield of uninjured fruits, ○:percentage of injured fruits

41x ($r=0.69^*$ 、 $N=12$)の有意な正の相関が認められた。

密度が収穫量、傷果率に及ぼす影響を総合的に示すために、傷果を除いた健全果の収穫量(y')を求め、葉当たり成虫数との関係を求めた(Fig.40)。両者の間には、 $y' = 3.09 - 0.035x$ ($r = -0.86^{**}$ 、 $N=12$)の高い負の相関が認められ、健全果収穫量の5%および10%減少に対する被害許容密度はそれぞれ葉当たり成虫4.4頭および8.8頭と推定され、収穫量に対する被害許容密度と大差なかった。

3. 考察

多くの果菜類では栄養生長と生殖生長が同時に行われ、開花、結実がくり返しおこり、収穫期間はきわめて長い。また、アザミウマ類、アブラムシ類、ハダニ類、オンシツコナジラミなどは、短期間に世代をくり返し、急速に個体数が増加する。このような害虫が果菜類を加害したとき、個体数の変化に伴い被害量も経時的に変化するため、被害解析においては、加害時期と被害の出現時期の関係を正確に把握することが不可欠である。しかしながら、この把握はきわめて困難なため、果菜類の被害解析においては種々の時期の密度が解析に用いられている。HUSSEY et al. (1959)はトマトに寄生するオンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* WESTWOOD の被害解析で、それぞれの果房の開花から収穫までの期間の平均個体数を、HUSSEY and PARR (1963)はキュウリに寄生するナミハダニ *Tetranychus ulticae* KOCHの被害解析で収穫5週間前の葉の被害度を、松崎(1972b)はキュウリに寄生するワタアブラムシの被害解析で試験終了時の個体数を、イチゴを加害するカメムシの一種 *Lygus lineolaris* POPPIUS の被害解析で、SCHAEFERS (1972)は収穫3または4週間前の幼虫密度を、SCHAEFERS (1980)は収穫期間中の幼虫密度の平均値を、鈴木・宮良(1983)はキュウリに寄生するミナミキイロアザミウマの被害解析で、収量と相関の高かった収穫開始前の平均個体数を用いて解析している。また、松崎・高井(1974)はナスに寄生するチャノホコリダニ *Polypogonotarsus latus* BANKS、松崎・高井(1977)はナス、ピーマンに寄生するハダニ類の被害解析で、薬剤散布により加害を停止させ、その時点の食痕指数とそれまでの被害による減収量を用いて解析している。これらの解析では、寄生虫数は経時的に大きく変化しており、加害時期と被害の発現時期の理解が正確でないときには誤った結論を導く可能性がある。このため、本試験では薬剤散布により収穫期間の密度を一定に保つことにより、全収穫期間の平均密度と合計収穫量を用いて解析しようとした。収穫期間中の密度は、収穫開始直後を除き

ほぼ一定に保たれ、全収穫期間の密度を用いた解析が可能と考えられた。

試験の目的からは収穫開始以前の密度は各区等しいことが望ましいが、各区をそのように設定することは技術的に不可能であり、本試験においては定植時から区間の密度差が明らかであった。このため、高密度区では低密度区に比べ初期の生育が劣っており（Fig.37）、収穫期の密度とともに生育期の密度の影響が考えられ、収穫期の密度のみを用いて解析した本試験では減収はやや過大に評価されている可能性がある。

また、キュウリにおいては、本種の加害による傷と他の原因（風、作業によるすり傷等）による傷の区別が難しいため両者を区別せずに、また小さな傷もすべて傷果としてあつかった。このため傷果率はやや過大になり、最も低密度のIV区においても29%の傷果率となった。

本試験で得られた被害許容密度は、総収穫量の5%および10%の減少に対して、それぞれ葉当たり成虫 5.3頭および10.6頭であり、健全果収穫量の5%および10%減少に対しては、それぞれ4.4頭および8.8頭であった。総収穫量に対する被害許容密度と健全果収穫量に対する被害許容密度の差は小さく、両者ともかなり高い値であった。本種はキュウリではおもに葉に寄生し、果実への寄生は少ない（第1編、第3章、第1節）ため、被害は葉への加害による樹勢の低下、着果数の減少という形で現われるものが主となり、低密度ではキュウリの補償作用により被害が大きく現われないものと考えられる。

第2節 施設栽培ナスにおける被害解析

次に、キュウリの場合と同様に施設栽培のナスで、密度を変えてミナミキイロアザミウマを接種し、収穫期間中は一定の密度になるよう薬剤散布により調節し、密度と被害の関係を検討した。

1. 材料及び方法

調査施設および供試作物

調査は野菜試験場久留米支場内のビニルハウス（奥行20m、間口5.4m）で行った。1984年4月12日にナス‘新長崎長’（2月10日播種）を定植し、うね上は黒ポリフィルムで被覆し、無加温で栽培した。なお、供試株は3本仕立てとした。ミナミキイロアザミウマ以外にワタアブラムシ、カンザワハダニ Tetranychus kanzawai KISHIDA の発生

が認められたため、ミナミキイロアザミウマに影響の少ないDDVP乳剤、クロルベンジレート乳剤を全区同一に適宜散布した。

試験区の構成

ビニルハウス内を白寒冷紗により4区に区切り、各区は21株（各区3畝、各畝7株）とした。定植5日後の4月17日に、野菜試験場久留米支場で累代飼育しているミナミキイロアザミウマを放飼した。放飼は本種の寄生したキュウリの葉を各株の株元へ静置する方法で行った。試験区は、寄生密度の高い区からⅠ区、Ⅱ区、Ⅲ区、Ⅳ区とし、Ⅰ区は定植後本種を対象とした薬剤散布を行わずに栽培し、Ⅱ区は葉当たり成虫5頭、Ⅲ区は葉当たり成虫2頭を目標に、BPMC乳剤、プロチオホス乳剤を散布した。Ⅳ区は本種の放飼を行わずに、定植時に株当たり2gのカルボスルファン粒剤を植穴処理し、その後もⅢ区と同様の薬剤散布を行い、増殖を抑えた。薬剤の種類及び散布時期はFig.41に示した。

調査方法

調査は全株について原則として7日間隔で行い、各株の展開直後の葉10枚を選び、成・幼虫別に個体数を数えた。収穫は毎週2回行い、1果ごとの重量と、果皮及びへたの傷を調べた。なお、果皮の傷は小さい傷（細い線状の傷3本以内）と大きな傷に分けて調べた。

2. 結果及び考察

ミナミキイロアザミウマの個体数変動

各区における葉当たり成・幼虫数の変動と薬剤処理日をFig.41に示した。Ⅰ区では放飼後、個体数は急速に増加し、定植63日後に葉当たり成虫10頭、幼虫45頭に達したが、その後密度はほぼ一定となり、試験終了時まで葉当たり成虫10～20頭、幼虫20～50頭を保った。Ⅱ区でも放飼後、個体数は急速に増加し、定植56日後に葉当たり成虫4.3頭に達し、それ以後1～4週間間隔で7回の薬剤散布を行った。Ⅲ区では定植49日後より、1～2週間間隔で10回の薬剤散布を行った。Ⅳ区では定植49日後までは葉当たり成虫0.03頭以下の極めて低密度で推移し、その後はやや増加したが、1～2週間間隔の10回の薬剤散布により、最高で葉当たり成虫0.31頭に抑えられた。

各区とも、成虫数の変動と幼虫数の変動は同様の傾向であり、全ての区を込みにした場合、葉当たり成虫数と幼虫数の間に高い正の相関が認められた（Fig.42）。

各区における葉当たり成虫数の変動をまとめてFig.43に示した。定植49日後まではⅠ～Ⅲ区の変動は同様の傾向であったが、その後は薬

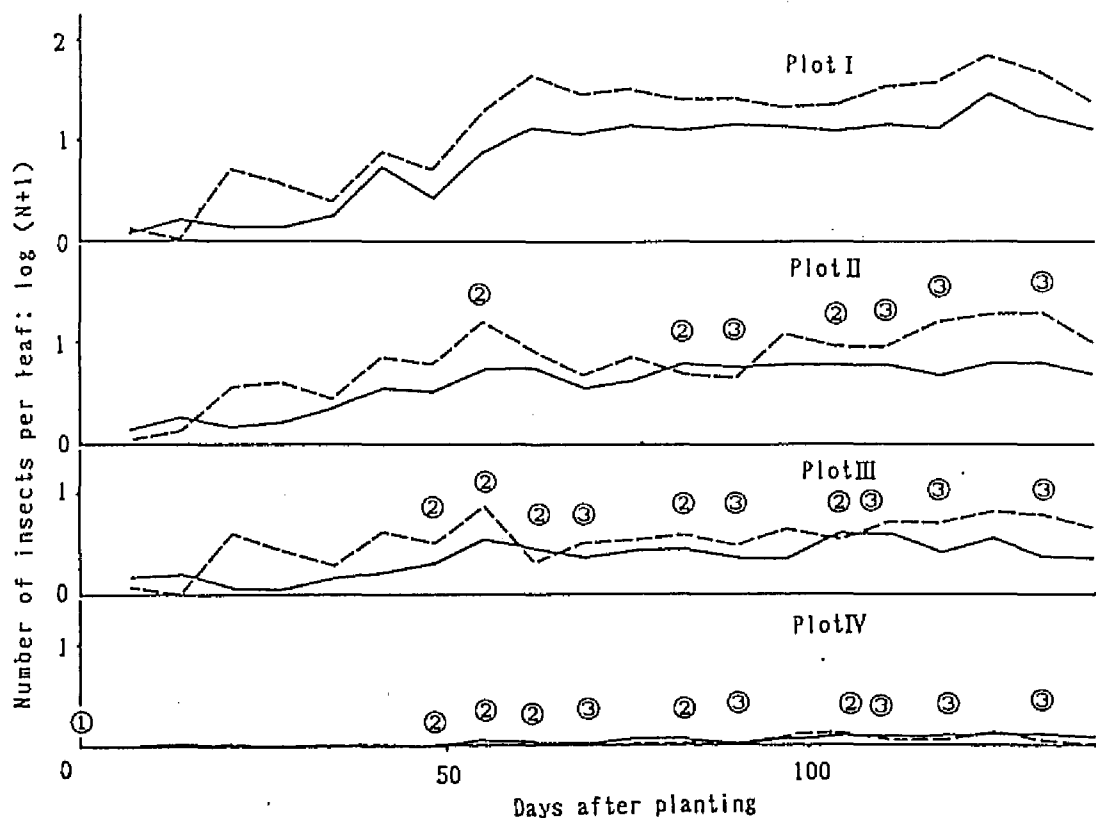


Fig. 41 Fluctuation of population of *Thrips palmi* on the egg-plant cultivated in a plastic house for each plot . Densities in each plot were controlled by spraying insecticide. Insecticide was not sprayed in plot I . In plot II and plot III insecticides were sprayed to control the number of insects at the expected level (5 adults per leaf for plot II and 2 for plot III), and in plot IV insecticides were sprayed at the same time as in plot III. Solid and broken lines indicate adult and larva, respectively. ○ indicates chemical treatment as follows; ①: carbosulfan (G,2g/plant), ②: BPNC (E,x1500), ③: prothiophos (E,x1000)

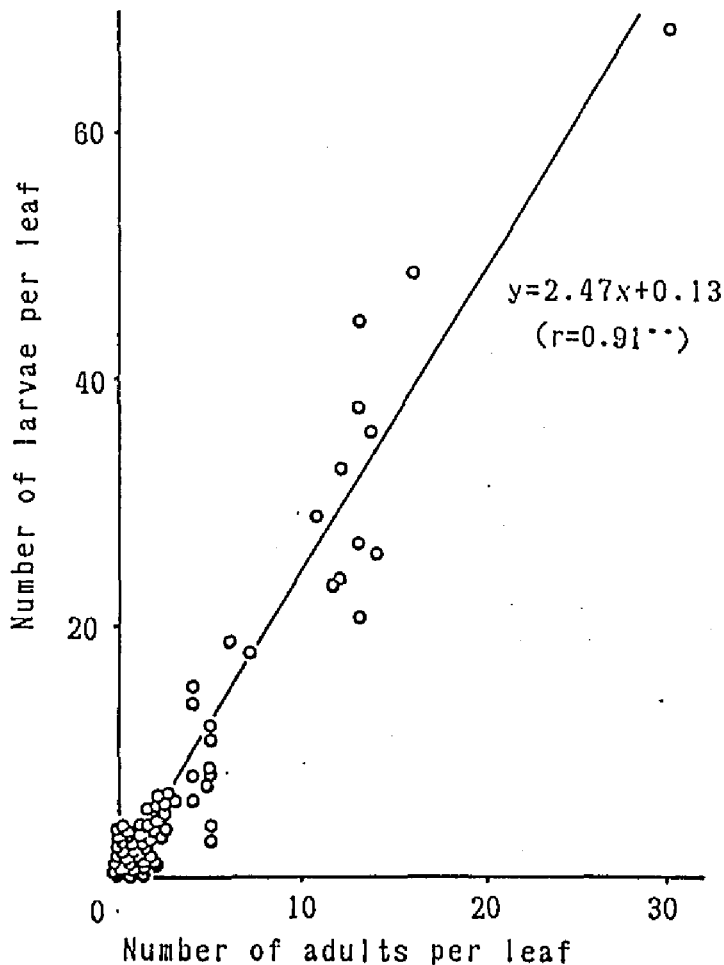


Fig. 42 Relation of the number of larvae to the number of adults of *Thrips palmi* per leaf of the eggplant cultivated in a plastic house.

剤散布により各区間の密度に差が認められるようになり、定植63日後頃より各区の密度はほぼ一定となった。収穫のみられた期間（定植91日後～定植140日後）の平均葉当たり成虫数は、I区で15.6頭、II区で4.8頭、III区で1.8頭、IV区で0.2頭であった。

ナスの収穫量の変動

各区における傷果も含めた全収穫量を1週間ごとにまとめてFig.44に示した。1株の週当たり収穫量は150～300gであり、区間の違いが

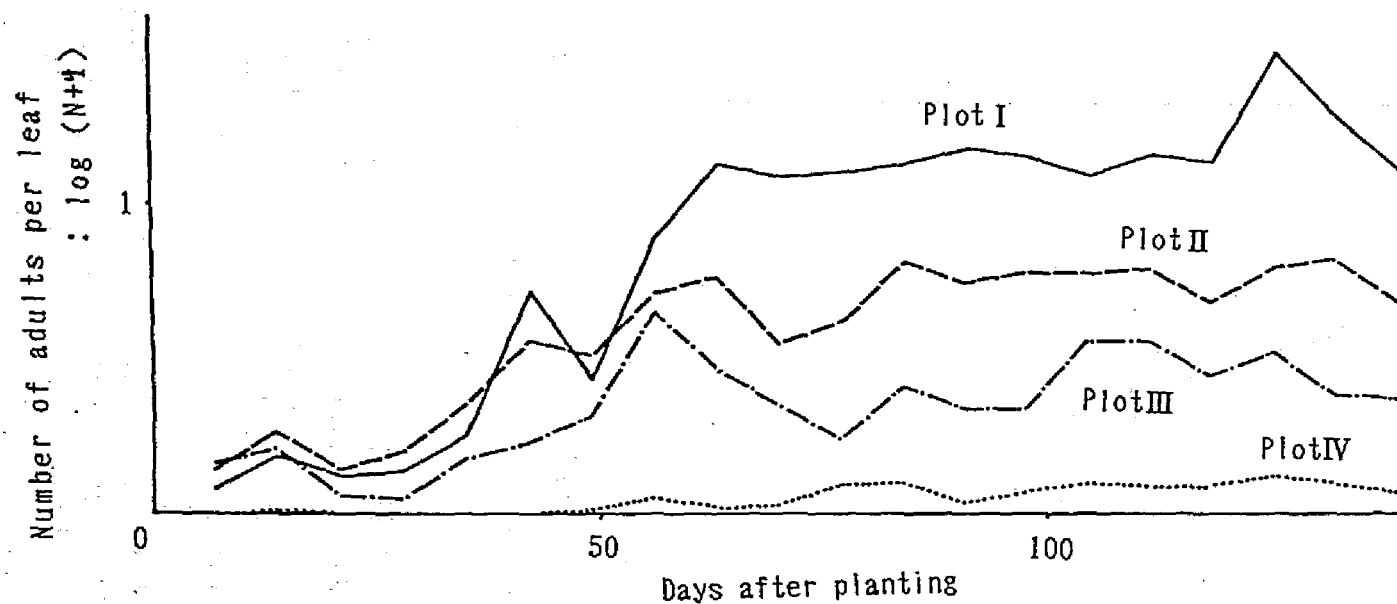


Fig. 43 Comparison of population fluctuation of the adults of *Thrips palmi* on the eggplant cultivated in a plastic house between plots (Redrawn from Fig.41).

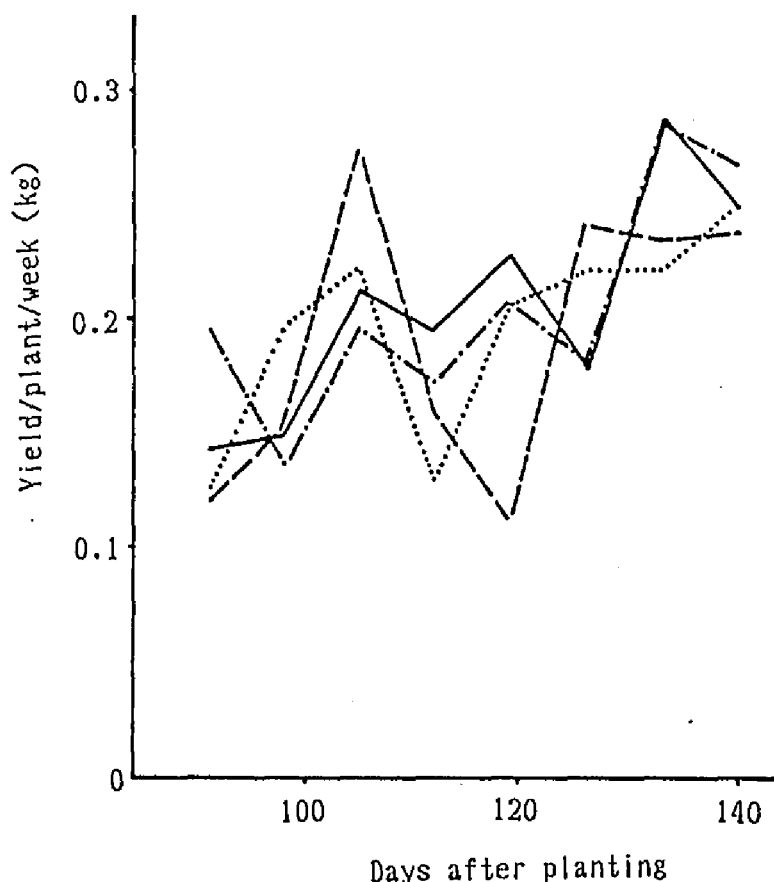


Fig. 44 Changes of yield of the eggplant for each plot. Each line represents the same plot as described in Fig.43.

明確にみられた時期はなかった。全収穫期間を通しての、株当たり平均収穫量はⅠ区が1.65kg、Ⅱ区が1.58kg、Ⅲ区が1.66kg、Ⅳ区が1.59kgであり、区間の差は認められなかった。

各区における果皮あるいはへたに傷のある果実の割合の変動をFig. 45に示した。小さな傷もすべて含めた傷果の割合の変動は、果皮の傷（図中Aに示す）、へたの傷（図中Bに示す）ともにすべての区で全収穫期間を通じほぼ一定であった。全収穫期間を通しての平均傷果率は果皮に傷のある割合がⅠ区で100%、Ⅱ区で99%、Ⅲ区で63%、Ⅳ区で30%であり、へたに傷のある割合がⅠ区で99%、Ⅱ区で97%、Ⅲ区で76%、Ⅳ区で35%であり、へたに傷のある果実の割合が果皮に傷

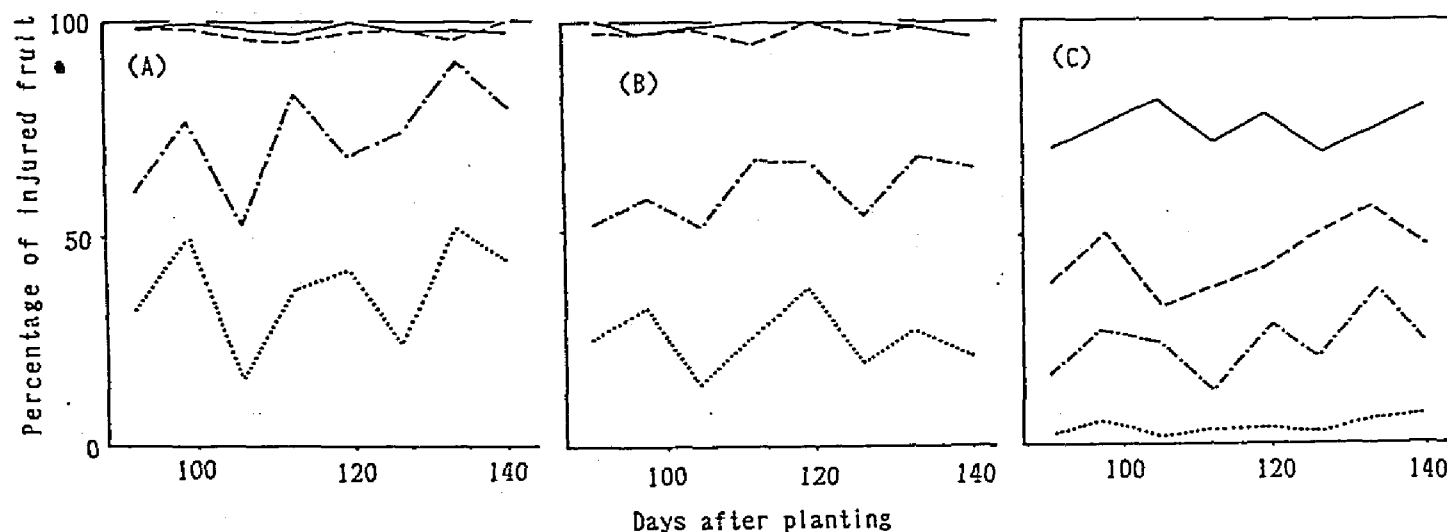


Fig. 45 Changes of the percentage of injured fruits of the eggplant cultivated in a plastic house for each plot, ((A) Percentages of fruits with injury on calyx, (B) Percentages of fruits with injury on pericarp, (C) Percentages of fruits with severe injury on pericarp) . Each line represents the same plot as described in Fig.43.

のある果実の割合よりやや高かった。また、果皮に大きな傷のある果実の割合（図中Cに示す）も、全ての区で全収穫期間を通じほぼ一定であり、全収穫期間を通しての大きな傷のある果実の割合はI区で71%、II区で44%、III区で25%、IV区で5%であった。

ミナミキイロアザミウマの密度と被害

密度と被害の関係を解析するために、前回調査時から今回調査時までの調査の結果をまとめ収穫量及び傷果率（小さな傷もすべて含めて果皮に傷を有する果実の割合）を計算し、調査時点の葉当たり成虫数の対数値との間の相関を求めた。同一密度区であっても、畝により密度が異なったため、各密度区を畝ごとの3区に分け、1畝（7株）を単位として計算した。成虫数の対数値と全収穫量の間には一定の傾向は認められなかったが、成虫数の対数値と傷果率の間には常に正の相関があり、その相関は極めて高かった（Table 13）。

全収穫期間を通じた株当たり収穫量及び傷果率（果皮に傷のある果実の割合）と、全収穫期間の葉当たり平均成虫数との関係を求め、Fig.46に図示した。この試験で得られた密度範囲（葉当たり成虫18.6頭以下）では、収穫量は密度にかかわりなくほぼ一定であった。葉当

Table 13. Changes in the value of correlation coefficient between the number of adults of *Thrips palmi* per leaf of eggplant, and the yield and the percentage of injured fruits.

days after planting	yield	% of injured fruit
91	-0.319	0.855**
98	-0.038	0.844**
105	0.066	0.835**
112	0.281	0.917**
119	-0.193	0.957**
128	-0.134	0.961**
133	0.193	0.953**
140	0.345	0.880**

** : significant at $P=0.01$,

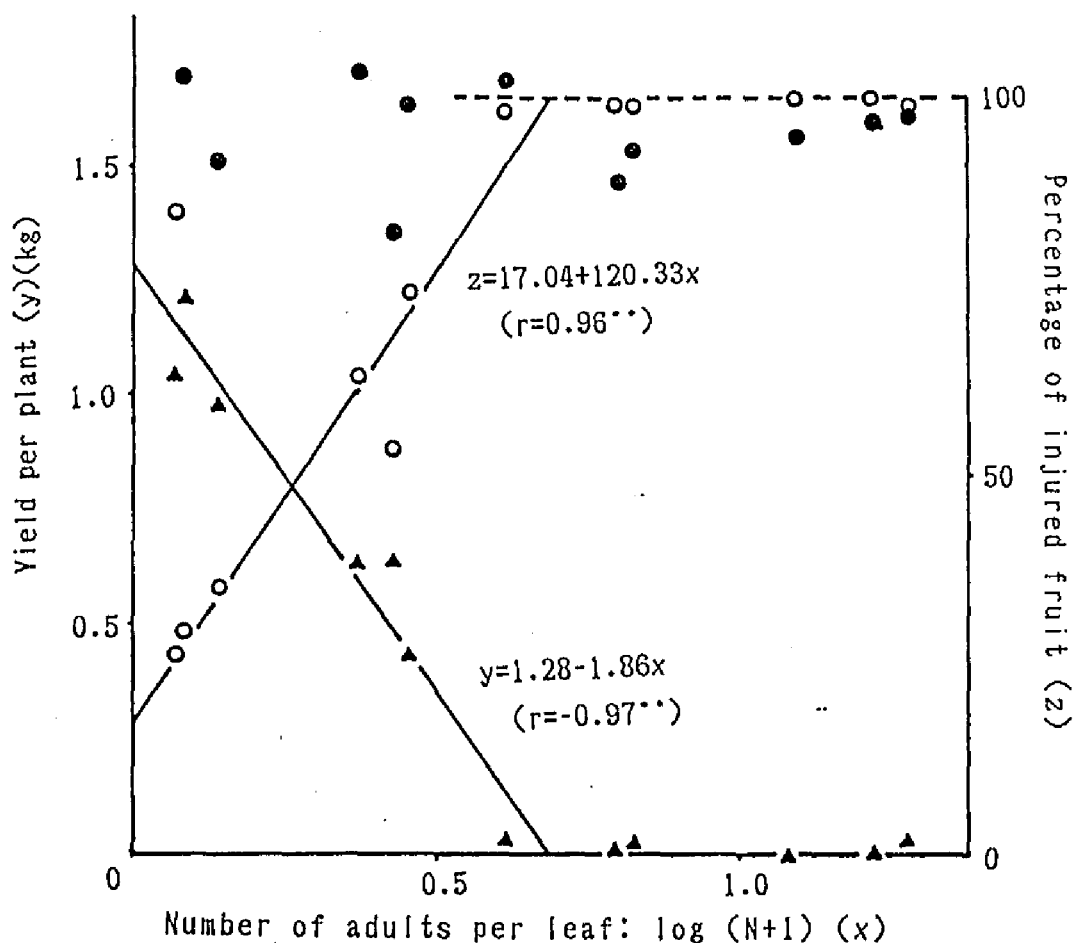


Fig. 46 Relationship of the number of adults of *Thrips palmi* per leaf to yield and the percentage of injured fruits of the eggplant cultivated in a plastic house.

● : total yield, ▲ : yield of uninjured fruit,
○ : percentage of injured fruit

たり成虫数の対数値 (x) と傷果率 (Z) の間には $z=17.04+120.33x$ ($r=0.96^{**}$, $N=12$) の高い正の相関が認められた。また、果皮に傷のない健全果の収穫量 (y) と葉当たり成虫数の対数値との間には $y=1.28-1.86x$ ($r=0.97^{**}$, $N=12$) の高い負の相関が認められ、健全果収穫量の5%及び10%減少に対する被害許容密度はそれぞれ葉当たり成虫0.08頭及び0.17頭と推定された。

小さな傷を許容し、果皮に大きな傷のある果実のみを傷果として扱った場合にも、葉当たり成虫数の対数値と傷果率の間には $z = -0.02 + 60.03x$ ($r = 0.97^{**}$ 、 $N = 12$)、健全果収穫量との間には $y = 1.59 - 0.95x$ ($r = -0.97^{**}$ 、 $N = 12$) の高い相関が認められ、健全果収穫量の5%及び10%減少に対する被害許容密度はそれぞれ葉当たり成虫0.17頭及び0.47頭と推定された (Fig. 47)。

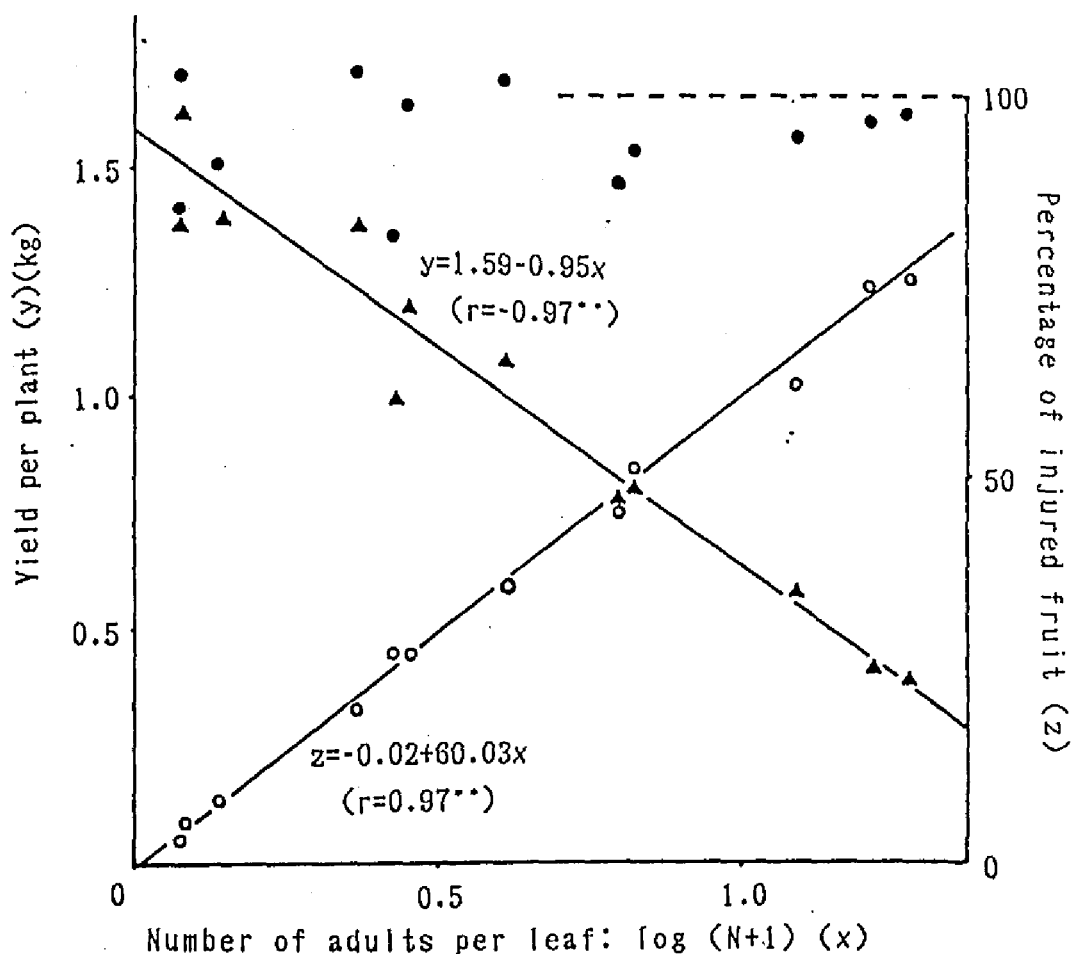


Fig. 47 Relationship of the number of adults of *Thrips palmi* per leaf to yield and the percentage of injured fruits of the eggplant cultivated in a plastic house when small injury is allowed. Symbols of figure are same as in Fig. 46.

第3節 施設栽培ピーマンにおける被害解析

次に、キュウリ、ナスの場合と同様に施設栽培のピーマンで、密度を変えてミナミキイロアザミウマを接種し、収穫期間中は一定の密度になるよう薬剤散布により調節し、密度と被害の関係を検討した。

1. 材料及び方法

調査施設及び供試作物

調査は野菜試験場久留米支場内のビニルハウス（奥行20m、間口5.4m）で行った。1984年9月21日にピーマン‘ニュー・エース’（7月30日播種）を定植し、畝上は黒ポリフィルムで被覆し、夜温を18℃以上に保つように加温して栽培したが、低温期（1月～3月）には目標夜温に達しない日が多くみられた。なお、供試株は4本仕立てとした。ミナミキイロアザミウマ以外に、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* SULZER、ハスモンヨトウ *Spodoptera litura* FABRICIUS、うどんこ病の発生が認められたため、ミナミキイロアザミウマに影響の少ないピリミカーブ水和剤、アセフェート水和剤、トリアジメホン水和剤を全区同一に適宜散布した。

試験区の構成

ビニルハウス内を白寒冷紗により4区に区切り、各区は21株（各区3畝、各畝7株）とした。定植8日後の9月29日に、野菜試験場久留米支場で累代飼育しているミナミキイロアザミウマを放飼した。放飼は本種の寄生したキュウリの葉を各株の株元に静置する方法で行った。試験区は、寄生密度の高い区からⅠ区、Ⅱ区、Ⅲ区、Ⅳ区とし、Ⅰ区は定植後本種を対象とした薬剤散布を行わずに栽培し、Ⅱ区は花当たり成虫2頭、Ⅲ区は花当たり成虫1頭を目標にBPMC乳剤、プロチオホス乳剤、スルプロホス乳剤を散布した。Ⅳ区は本種の放飼を行わずに、定植時に株当たり2gのカルボスルファン粒剤を植穴処理し、その後は花当たり成虫0.1頭を目標に、上記の薬剤を散布した。薬剤の種類及び散布時期はFig.48に示した。

調査方法

調査は全株について原則として7日間隔で行い、各株より開葯中の花10花及び展開直後の葉10枚を選び、成・幼虫別の個体数を数えた。収穫は調査日に行い、1果ごとの重量と果皮の傷を小さい傷（細い線状の傷3本以内）と大きな傷に分けて調べた。

2. 結果

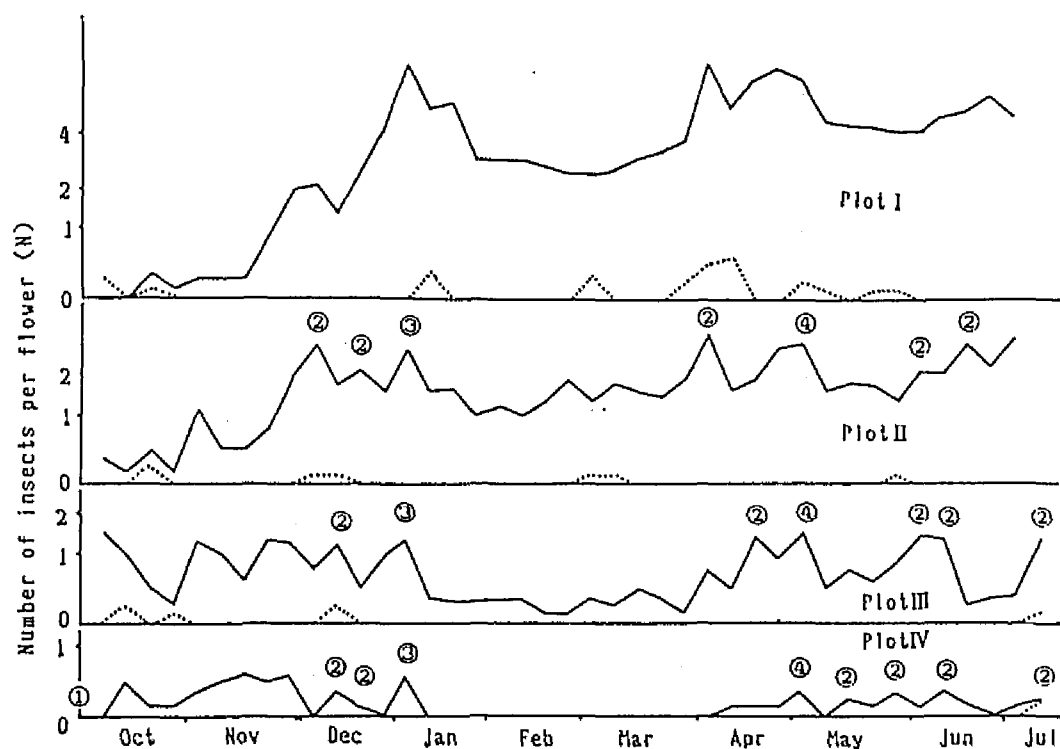


Fig. 48 Fluctuation of population of *Thrips palmi* on the sweet pepper cultivated in a plastic house for each plot. Densities in each plot were controlled by spraying insecticides. Insecticide was not sprayed in plot I. In other plots, insecticides were sprayed to control the number of insects at the expected level (2, 1 and 0.1 adults per flower for plot II, plot III and plot IV, respectively). Solid and broken lines indicate adult and larva, respectively. The ordinate is represented in log scale ($\log(N+1)$). ○ indicates chemical treatment as follows: ①: carbosulfan (G, 2g/plant), ②: BPMC (E, x1500), ③: prothiophos (E, x1000), ④: sulprophos (E, x2000)

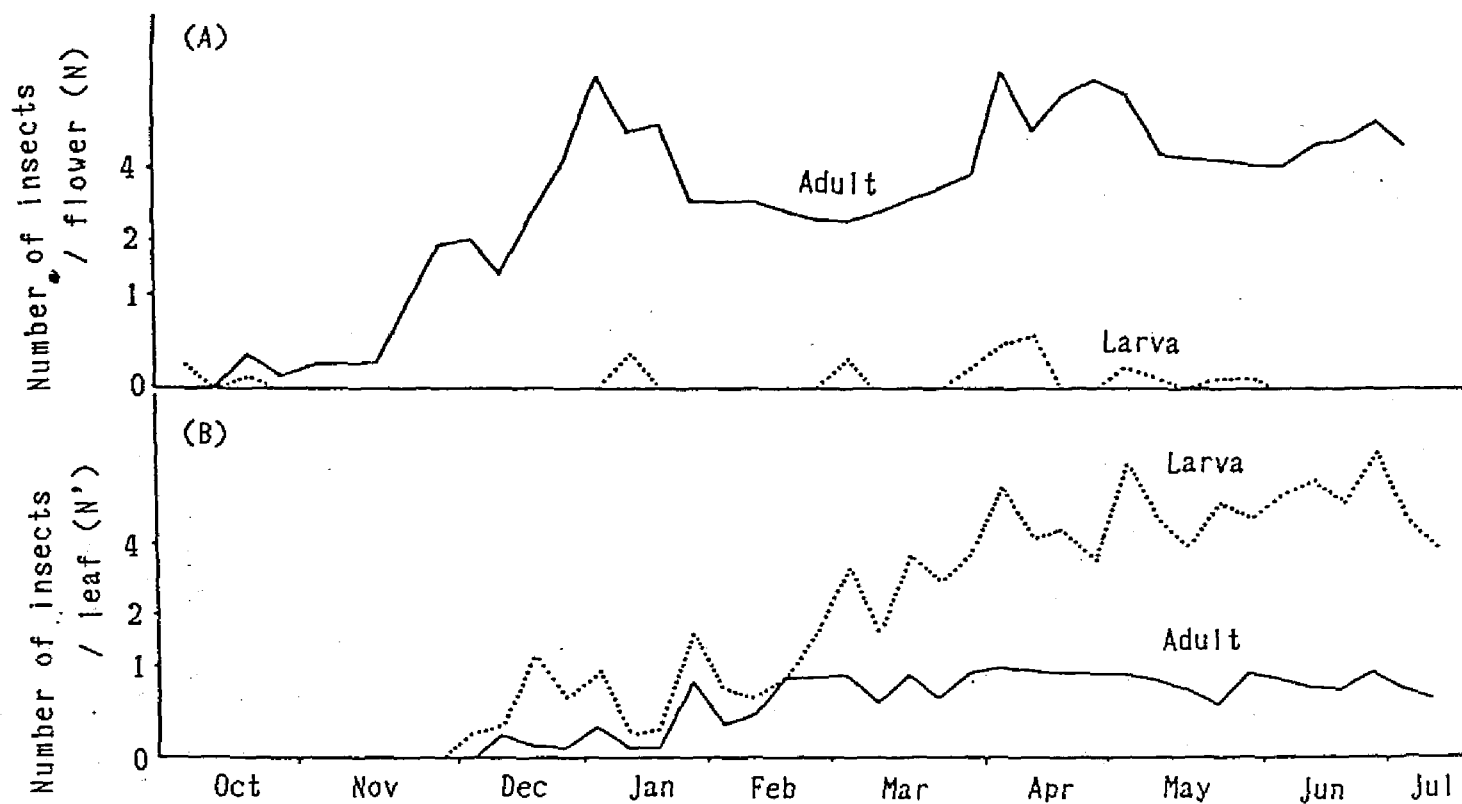


Fig. 49 Fluctuation of population of *Thrips palmi* on flower (A) and on leaf (B) of the sweet pepper in plot I. The ordinate is represented in log scale ($\log(N+1)$, $\log(N'+1)$).

ミナミキイロアザミウマの個体数変動

各区における花当たり成・幼虫数の対数値の変動と薬剤処理日を Fig.48に示した。I区では放飼後、個体数が徐々に増加し、定植98日後の1月上旬に花当たり成虫10頭に達したが、その後やや減少し、3月まで花当たり成虫3～4頭のレベルを保ち、4月以後は再び増加し試験終了時まで花当たり成虫5～10頭で推移した。II区では1月までに3回、4月以後4回の薬剤散布を行い、12月以後花当たり成虫2頭前後を保った。III区では1月までに2回、4月以後5回の薬剤散布を行い、11月～12月、4月～7月は花当たり成虫1頭前後を保ったが、1月から3月には密度がやや低下した。IV区では1月までに3回、4月以後5回の薬剤散布により、最高でも花当たり成虫0.3頭に抑えられた。

I区における花当たり及び葉当たり成・幼虫数の対数値の変動を

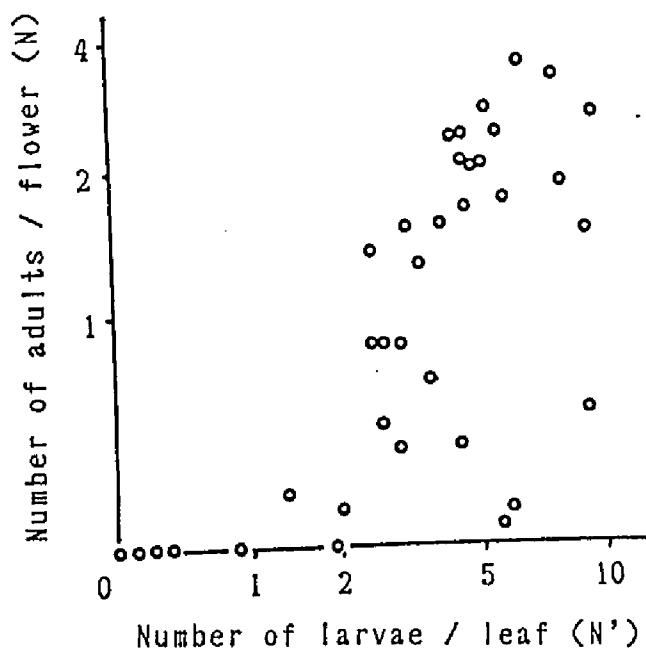


Fig. 50 Relation of the number of adults per flower to the number of larvae of *Thrips palmi* per leaf of the sweet pepper cultivated in a plastic house. The ordinate and abscissa are represented in log scale ($\log(N+1)$, $\log(N'+1)$).

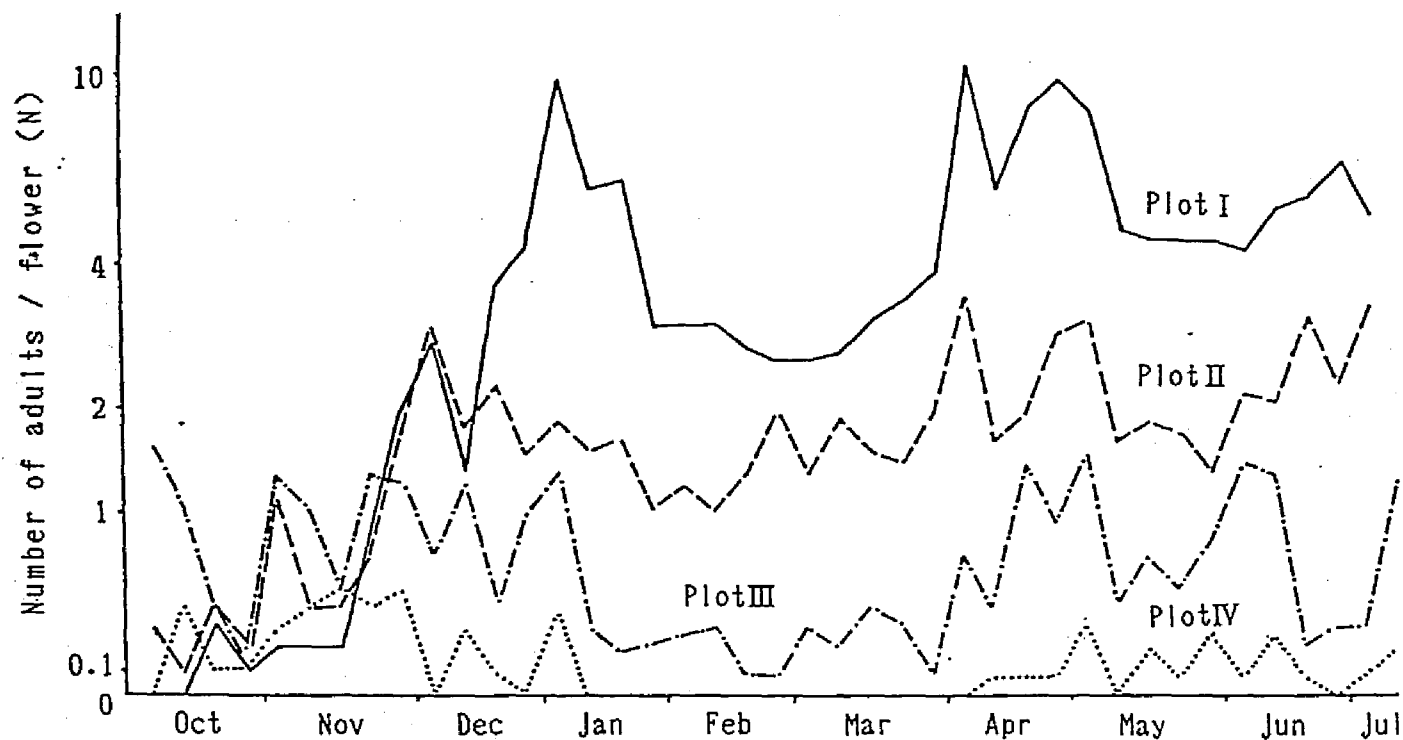


Fig. 51 Comparison of population fluctuation of the adults of *Thrips palmi* on the sweet pepper cultivated in a plastic house between plots (Redrawn from Fig.48). The ordinate is represented in log scale ($\log(N+1)$).

Fig.49に示した。なお、他の区においては葉への寄生数は極めて少なかった。花への幼虫の寄生数は極めて少なく、最大でも花当たり0.5頭であり、成虫数の1/10以下であった。これに対し、葉では幼虫が多くみられた。また、葉における成虫数の変動と幼虫数の変動は同様の傾向であり (Fig.50)、両者の間に有意な正の相関 ($y = 0.36 + 5.57x$, $r = 0.75^{**}$, $N = 36$) が認められた。幼虫の葉への寄生は、花での成虫の密度がかなり高くなってからみられており (Fig.49)、花当たり成虫1頭以下では幼虫の葉への寄生はみられず、それ以上の密度では花での成虫数の増加に伴い、葉での幼虫数は増加した (Fig.50)。

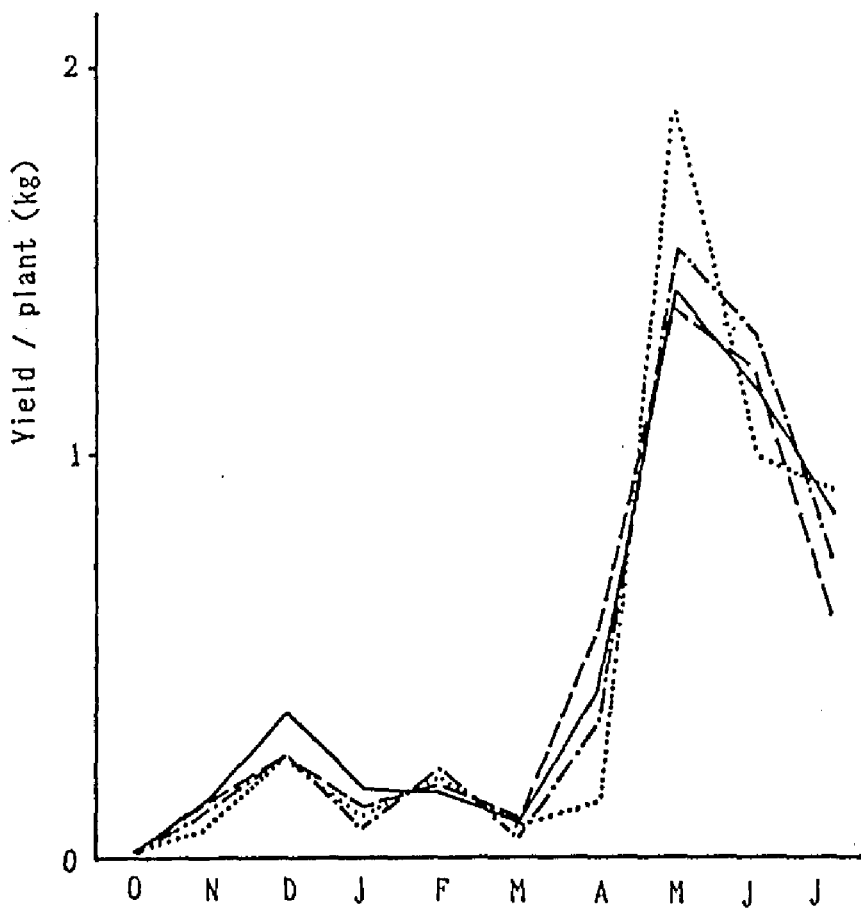


Fig. 52 Changes of yield of the sweet pepper cultivated in a plastic house for each plot. Each line represents the same plot as described in Fig.51.

各区における花当たり成虫数の変動をまとめてFig.51に示した。放飼直後の密度は各区でほぼ等しかったが、12月下旬以後は各区間の密度に差が認められるようになった。各区とも1月から3月には低温のため目標密度に達しなかったが、4月から6月には目標密度でほぼ安定していた。このため、以後の解析には4月から6月のデータを用いた。4月から6月の平均花当たり成虫数は、I区で6.1頭、II区で2.2頭、III区で0.8頭、IV区で0.1頭であった。

ビーマンの収穫量の変動

各区における傷果を含めた全収穫量をまとめてFig.52に示した。収穫量は各区とも低温時に少なく、5月以後急激に増加したが、全期間にわたり区間に差は認められなかった。4月から6月の株当たり平均収穫量はI区が2.9kg、II、III、IV区が3.1kgであり、この時期においても区間の差は認められなかった。

各区における傷果率（果皮に傷のある果実の割合）の変動をFig.53に示した。小さな傷も全て含めた傷果率は1月以後はほぼ一定であった。4月から6月の平均傷果率はI区で96%、II区で45%、III区で25%、IV区で5%であった。また、大きな傷のある果実の割合も、1月以後はほぼ一定であった。4月から6月を通しての大きな傷のある果実の割合はI区で75%、II区で31%、III区で12%、IV区で2%であった。

ミナミキイロアザミウマの密度と被害

密度と被害の関係を解析するために、1か月間の調査の結果をまとめて、収穫量及び小さな傷もすべて含めた傷果率を計算し、各月の平均花当たり成虫数の対数値との相関をもとめた。なお、同一密度区であっても、畝により密度が異なったため、同一密度区を畝により3区に分け、1畝（7株）を単位として計算した。花当たり成虫数の対数値と収穫量の間には一定の傾向は認められなかった。一方、成虫数の対数値と傷果率の間には1月以後は常に負の相関があり、4月以後その相関は極めて高かった。（Table 14）。

次に、4月から6月までの株当たり収穫量及び傷果率と、4月から6月までの平均花当たり成虫数との関係を求めFig.54に図示した。この試験で得られた密度範囲（花当たり成虫 7.2頭以下）では、収穫量は密度にかかわらずほぼ一定であった。花当たり成虫数の対数値（ x ）と傷果率（ y ）の間には $z = -3.03 + 113.11x$ （ $r = 0.98^{**}$ 、 $N = 12$ ）の高い正の相関が認められた。また、果皮に傷のない健全果の収穫量（ y ）と花当たり成虫数の対数値との間には $y = 3.13 - 3.33x$ （ $r = -0.92^{**}$ 、 $N = 12$ ）の高い負の相関が認められ、健全果収穫量

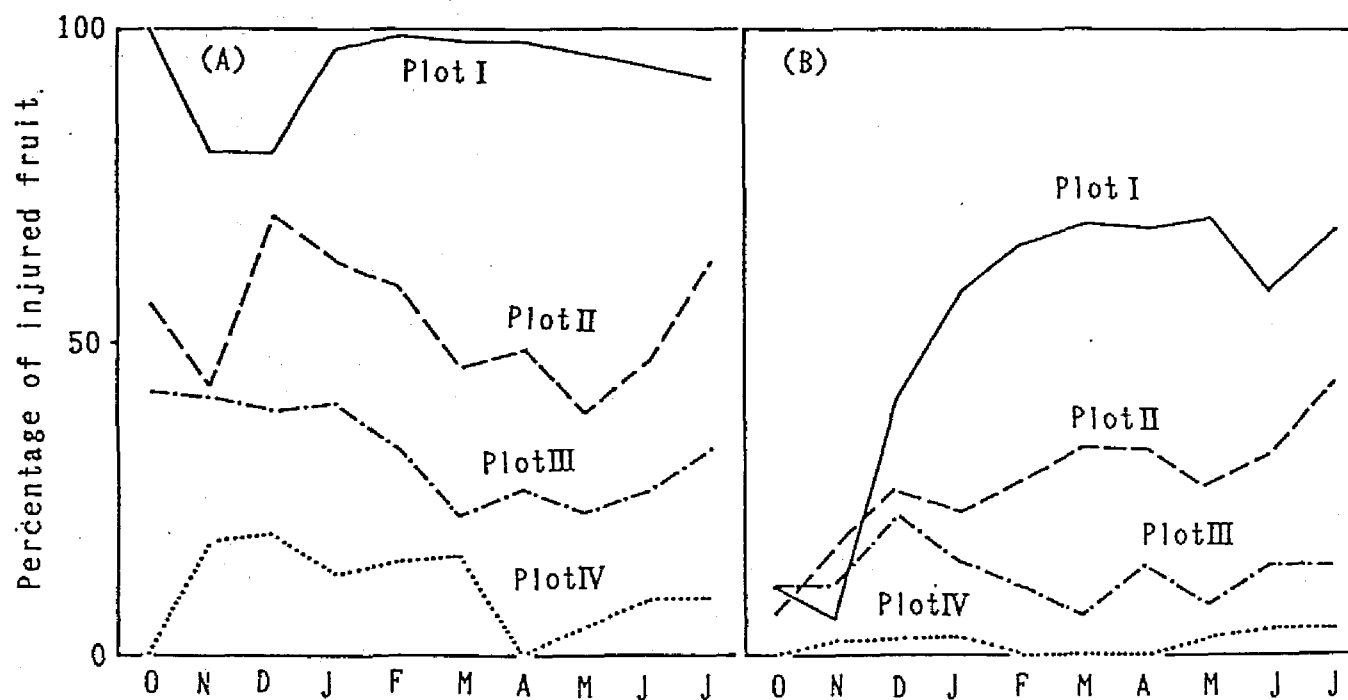


Fig. 53 Changes of the percentage of injured fruits of the sweet pepper cultivated in a plastic house for each plot ((A) percentages of fruits with injury on pericarp, (B) percentages of fruits with severe injury on pericarp) . Each line represents the same plot as described in Fig.51.

Table 14. Changes in the value of correlation coefficient between the number of adults of Thrips palmi per flower of sweet pepper, and the yield and the percentage of injured fruits.

month	yield	% of injured fruit
Oct.	-0.233	-0.033
Nov.	0.170	0.378
Dec.	-0.012	0.417
Jan.	-0.194	0.809**
Feb.	-0.213	0.618*
Mar.	0.107	0.680*
Apr.	0.101	0.962**
May	-0.082	0.879**
Jun.	0.205	0.938**
Jul.	0.312	0.941**

*, **: significant at $P=0.05, 0.01$, respectively

の5%及び10%減少に対する被害許容密度はそれぞれ花当たり成虫0.11頭及び0.24頭と推定された。

小さな傷を許容し、果皮に大きな傷のある果実のみを傷果として扱った場合にも、花当たり成虫数の対数値と傷果率の間には $z = -2.98 + 78.32x$ ($r = 0.90^{**}$, $N = 12$)、健全果収穫量との間には $y = 3.15 - 2.23x$ ($r = -0.90^{**}$, $N = 12$) の高い相関が認められ、健全果収穫量の5%及び10%減少に対する被害許容密度はそれぞれ花当たり成虫0.18頭及び0.38頭と推定された (Fig.55)。

3. 考察

ピーマンにおいても、キュウリ、ナスと同様に薬剤散布により収穫期の密度を一定に保とうとした。ピーマンでは定植から収穫開始までの期間が極めて短いため収穫初期には目標密度に達しなかった。また、1月から3月の低温期には目標夜温 (18℃) に達しない日が多く、低

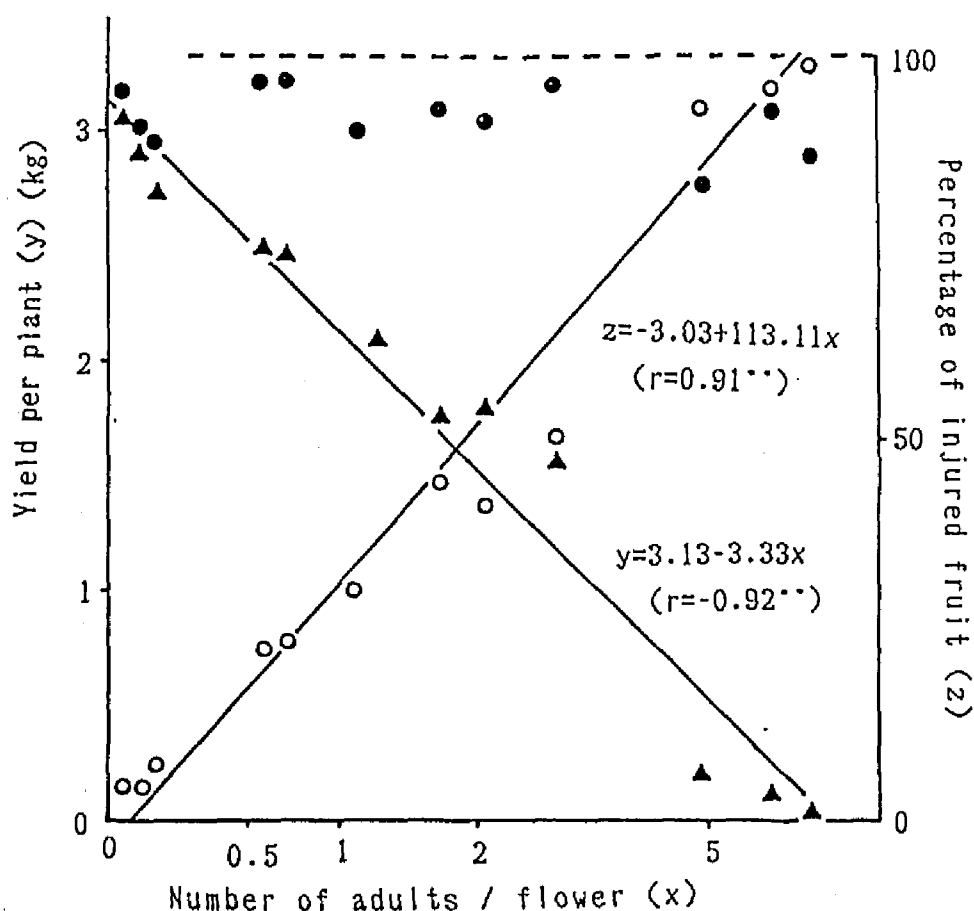


Fig. 54 Relationship of the number of adults of *Thrips palmi* per flower to yield and the percentage of injured fruits of the sweet pepper cultivated in a plastic house. ● : total yield, ▲ : yield of uninjured fruit, ○ : percentage of injured fruit. The abscissa is represented in log scale ($\log(x+1)$).

温のために各区とも目標密度に達しなかった (Fig.51)。このため、各区の密度が安定していた4月から6月の平均密度を用いて解析を行った。

ミナミキイロアザミウマの個体数調査は、葉と花について行った。ピーマンでもキュウリ、ナスと同様に葉当たり成虫数と葉当たり幼虫

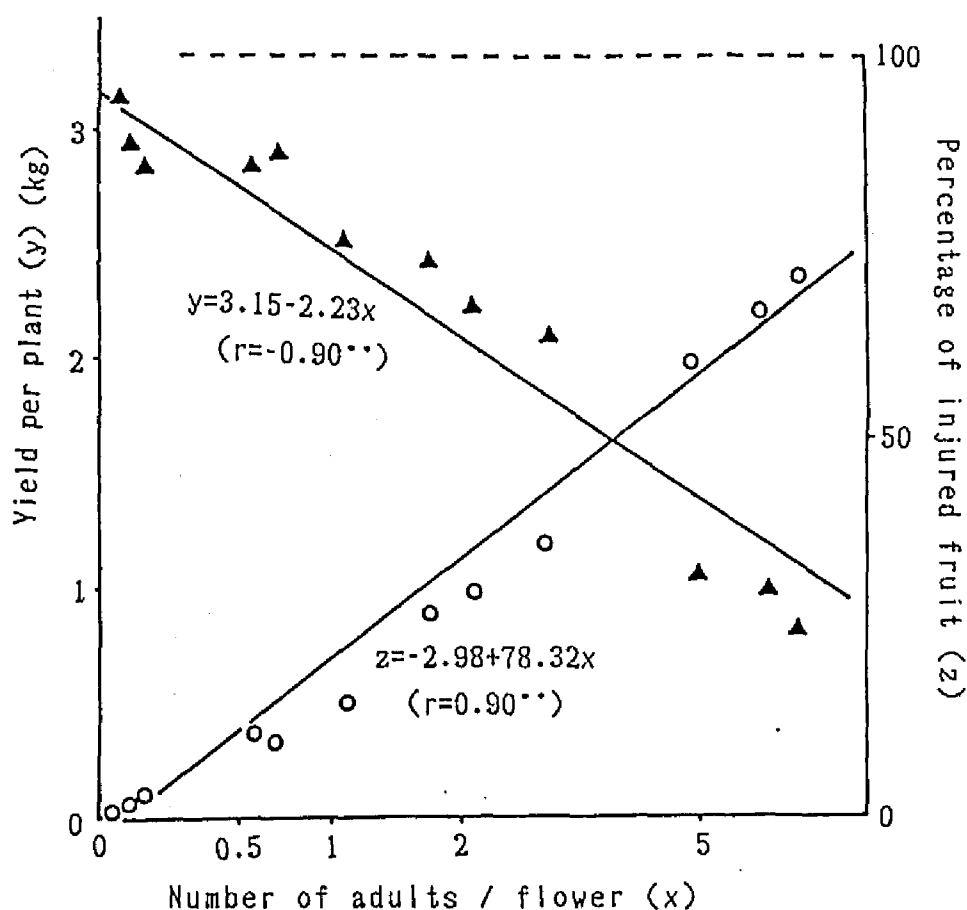


Fig. 55 Relationship of the number of adults of Thrips palmi per flower to yield and the percentage of injured fruits of the sweet pepper when small injury is allowed. Symbols of figure are same as in Fig. 54. The abscissa is represented in log scale ($\log(x+1)$).

数の間には強い正の相関が認められたが、回帰式の傾きの値は5.57とキュウリ (2.74)、ナス (2.47) に比べ大きかった。これはピーマンでは成虫が花に移動することによると考えられた。また、花当たり成虫数が1頭以下では葉への寄生がみられない (Fig.50) ことも、成虫が花に移動していることを示唆している。低密度時には葉への寄生が

みられないことから、ピーマンでの寄生数の調査は花で行うことが望ましいと思われた。また、花への幼虫の寄生が極めて少ないことから、解析には花当たり成虫数のみを用いた。

キュウリ、ナス、ピーマンでのミナミキイロアザミウマの密度と全収穫量（図中点線）、健全果（傷のない果実）収穫量（図中実線）との関係をまとめ、Fig.56にしめした。ナス及びピーマンでは、試験を

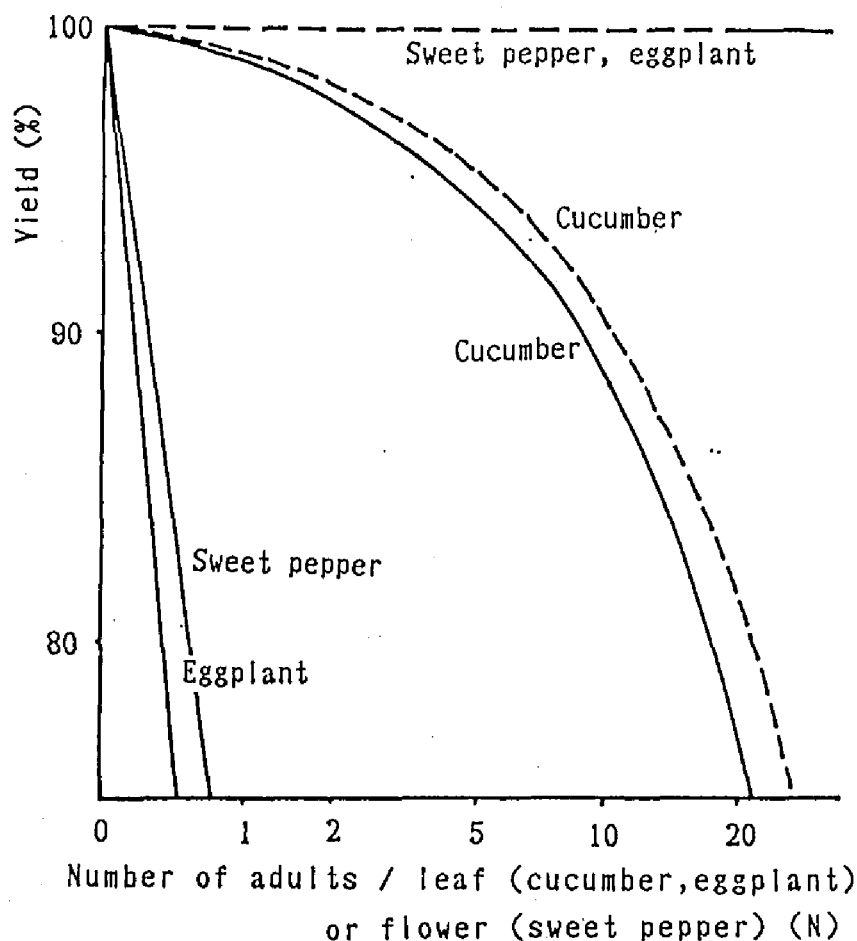


Fig. 56 Schematic representation of the relationship between the number of adults of *Thrips palmi* and yield. Solid and broken lines indicate uninjured and total yield, respectively. The abscissa is represented in log scale ($\log(N+1)$).

行った密度範囲では密度にかかわらず収穫量は一定であった。これに対し、キュウリでは低密度時から全収穫量は減少し、5%の減少に対する被害許容密度は葉当たり成虫 5.3頭であった。この傾向はアブラムシ類でも認められており（松崎・桐谷、1972）、アブラムシ密度が植物体の生育に及ぼす影響はナス、ピーマンに比べキュウリで大きく、生育に影響の現われる寄生密度はナスで1.5頭/cm²、ピーマンで 0.8頭/cm²であるのに対し、キュウリでは 0.3頭/cm²であると報告されている。これらのことから、ナス、ピーマンに比べ、キュウリの方が補償能力が小さいものと考えられる。

一方、傷果の発生（Fig.56、実線）はキュウリに比べ、ナス、ピーマンで激しく、健全果の5%減少に対する被害許容密度はキュウリで葉当たり成虫 4.4頭と全収穫量にたいする被害許容密度と大差なかったのに対し、ナスでは葉当たり成虫0.08頭、ピーマンでは花当たり成虫0.11頭と極めて低かった。これは、本種がキュウリでは主に葉に寄生し、果実への寄生が少ない（第1編、第3章、第1節）のに対し、ナス（第1編、第3章、第2節）、ピーマン（山本ら、1982）では果実にも好んで寄生することによると思われる。果実への直接加害がある場合、被害許容密度が低下することはハスモンヨトウにおいても同様で（松崎ら、1976）、葉を食害されるサトイモでの10%減収にたいする被害許容密度が 4.8頭/m²であるのに対し、果実も食害されるナス、ピーマンでの商品果の10%減収に対する被害許容密度はそれぞれ 0.41、0.29頭/m²と、果実への直接加害がある時には被害許容密度は低くなることが報告されている。葉への加害による間接的被害が主体のキュウリに比べ、果実への直接加害が主体のナス、ピーマンでは被害許容密度が極めて低く、そのため防除が困難なことが示唆される。

ミナミキイロアザミウマによるナス、ピーマンの果実への被害はへた下から連なる細い線状の傷となり、ひどい場合には果皮の一部または全部が“鮫肌”状となる。果菜類では流通過程における生鮮野菜としての品質的な価値が重要なため、現実的には小さな傷であっても許容されない場合が多い。しかしながら、小さな傷（細い線状の傷3本以内）を許容することにより、健全果の収穫量の5%減少に対する被害許容密度はナスで葉当たり成虫0.17頭、ピーマンで花当たり成虫0.18頭となり、すべての傷を許容しない場合に比べナスで 2.1倍、ピーマンで 1.6倍となった。果皮の傷に対する品質の評価基準により被害許容密度が大きく変化するものと考えられ、薬剤散布回数を減らすためには傷を含めた果実の品質の評価基準の再検討も重要と考えられる。

第3章 個体群管理モデルによる 防除手段の評価

ミナミキイロアザミウマの発育及び増殖に関して得られたデータを用いて本種の施設栽培キュウリにおける個体群管理モデルを作成し、種々の防除手段を数量的に評価し、最適な防除法を検討した。

1. 個体群管理モデルの作成

モデルはマトリックスモデル (LESLIE, 1945) とし、25℃の一定温度の施設栽培キュウリを仮定した。モデル上ではすべて雌虫のみを扱い、個体群サイズは葉当りの雌虫数で示した。モデルに組み込んだパラメータをまとめてTable 15に示した。圃場での瞬間増加率の値が室内試験で求めた内的自然増加率に近い (Fig. 8) ことから、生存率、産卵数は室内試験の値 (第1編、第1章) を用いた。すなわち、卵期間を6日、幼虫期間を5日、蛹 (本章では前蛹・蛹を合わせて蛹と呼ぶ) 期間を4日、羽化後成虫がすべて死亡するまでの期間を32日とし、各期間の合計数である47行のベクトルで個体群を表わした。日当たり生存率は卵が0.997、幼虫が0.95、蛹が0.97とし、成虫はFig. 2に示す日齢により異なる値を用いた。産卵数は、羽化後2日間は0、その後は日齢にかかわらず日当たり4卵とし、性比を (交尾雌で0.71、未交尾雌で0) かけ、雌卵数とした。

また、圃場で葉当たり成虫数が数十頭まで指数関数的増殖がみられること、およびモデルの目的から高密度条件でのシュミレーションを行わないため、増殖に及ぼす密度効果はないと仮定し、密度は指数的に増加するものとした。低密度時には過疎効果が働き、密度の低下につれて交尾確率が低下するものとし、 $y = 1 - e^{-20.93x}$ (x ; 葉当たり雌成虫数、 y ; 交尾確率) としてモデルに組み込んだ。

被害許容密度は健全果の収穫量が5%減少する密度すなわち葉当たり成虫4.4頭 (Fig. 40) としたが、本モデルでは雌虫のみを扱うため、性比をかけ葉当たり雌成虫3.1頭とした。

初期値を葉当たり成虫 0.005頭とした時の、モデルによる増殖曲線をFig. 57に示した。極めて低密度時の圃場における詳細なデータはないので、その時期を除くと増殖速度、成幼虫の比率など、圃場での実測値に極めてよく適合した。

2. 防除手段の評価

ミナミキイロアザミウマの防除手段をまとめてTable 16に示した。

Table 15. Parametric values used in the model¹⁾

		Reference
Developmental period:		1-1-1 ²⁾
Egg	6 days	
Larva	5 days	
Prepupa and pupa	4 days	
Survival rate:		1-1-1 ²⁾
Egg	0.997/day	
Larva	0.95/day	
Prepupa and pupa	0.97/day	
Adult	variable with aging	
No. of eggs layed/day:		1-1-1 ²⁾
1-2 days after emergence	0	
thereafter	4	
Sex ratio of progeny:		
not inseminated female	0	Yoshihara and Kawai(1982)
inseminated female	0.71	1-1-1 ²⁾
Density effect	Not operated	1-2-1,1-2-2 ²⁾
Low density effect	$y=1-e^{-20.93x}$	1-2-3 ²⁾
	y:rate of	
	copulation	
	x:no. of adult female/leaf	
Economic injury level	3.1 adult females /leaf	2-2-1 ²⁾

¹⁾ In this model, the population of Thrips palmi on the cucumber in a plastic house under the constant temperature (25°C) is assumed.

²⁾ Volume - Chapter - Section of this thesis

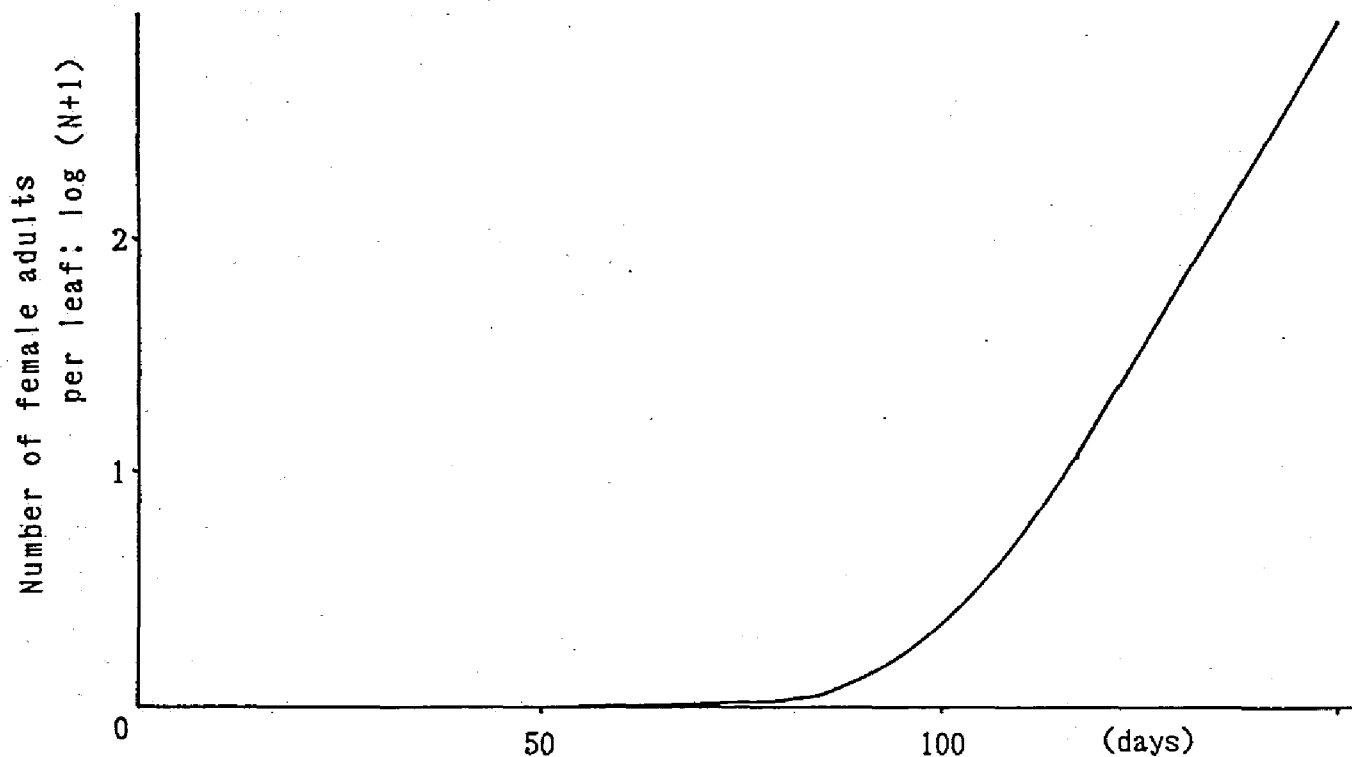


Fig. 57 Simulated population growth of the female adults of *Thrips palmi* on cucumber without any control based on the matrix model. As for the details of this model, see Table 15 and 16. Assuming that initial density is 0.005 female adult per leaf and no adult invade after planting.

Table 16. Control methods used in the model

1. Insecticide spraying	
Mortality	90% for larva and adult 0% for egg and pupa
2. Prevention of invasion	
	To vary the number of immigrant
3. Reduction of density of seedling	
	To vary the number of initial density
4. Mass trapping using sticky trap	
	a. 1 trap/2.0m ²
Trapping rate	2.00% 1-2 days after emergence 6.00% thereafter
	b. 1 trap/3.3m ²
	0.67% 1-2 days after emergence 2.00% thereafter

防除手段としては、殺虫剤の散布、侵入の防止、持ち込みの防止、青色粘着リボンの設置の4種が考えられ、それぞれについて検討した。なお、モデルは180日まで予測するものとし、原則として初期値を葉当たり雌成虫0.01頭とし、定植後の侵入がない場合と毎日葉当たり0.0001頭の侵入がある場合を検討した。

殺虫剤の散布

本種は卵が植物組織内に産み込まれ、蛹が土中で蛹化するため、この両ステージに殺虫剤がかかりにくいという特徴がある。ここでは一種類の殺虫剤、すなわち成虫、幼虫に対し90%の殺虫率があり、卵、蛹に対し効果がなく、残効のない殺虫剤を仮定した。

始めに、異なる要防除密度を設定した場合に180日間に必要な散布回数の検討を行った。要防除密度を葉当たり雌成虫2頭とした時の個体数変動をFig.58に示した。要防除密度を越えたら薬剤散布を行う場合には、設定する要防除密度にかかわらず個体数変動は不規則となり、何日も連続して散布する必要のある場合が生じた。これは殺虫剤が卵、蛹に効果がないため、成虫、幼虫を殺しても、卵、蛹が多い時にはすぐに個体数が回復することによる。次に、殺虫剤の散布方法を

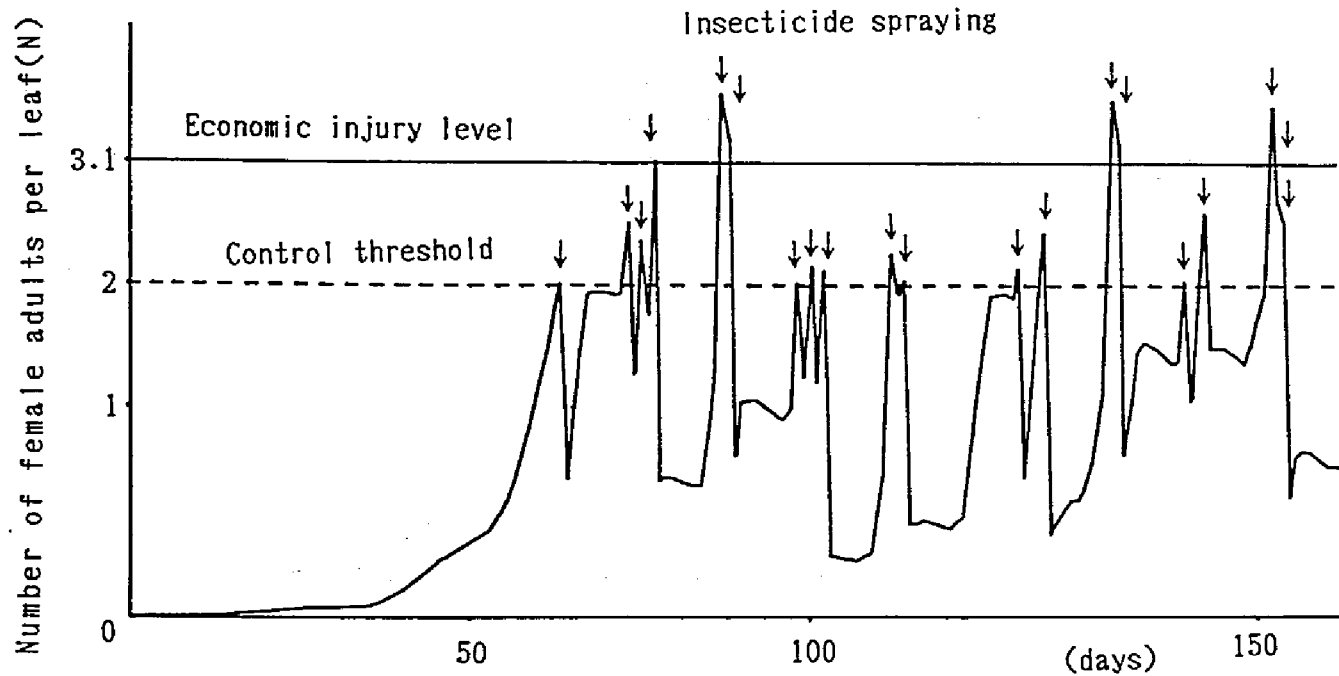


Fig. 58 An example of simulated fluctuation of the population of Thrips palmi on the assumption that insecticide is sprayed when the population exceeds control threshold (CT). In this case, CT is considered as 2 female adults per leaf, initial density is 0.01 female adult per leaf and no adult invade after planting. The ordinate is represented in log scale ($\log(N+1)$).

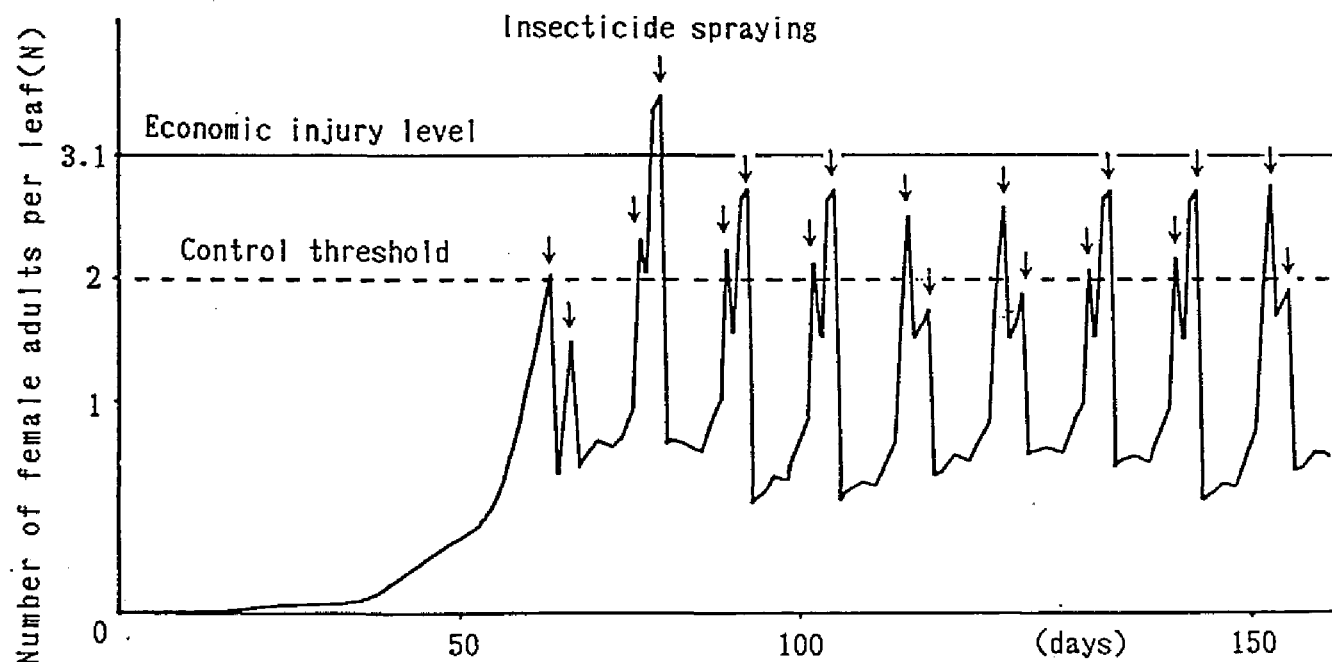


Fig. 59 An example of simulated fluctuation of the population of Thrips palmi on the assumption that insecticide is sprayed when the population exceeds control threshold (CT) and three days after that spraying. In this case, CT is considered as 2 female adults per leaf, initial density is 0.01 female adult per leaf and no adult invade after planting. The ordinate is represented in log scale ($\log(N+1)$).

変え、要防除密度を越えたら散布し、その3日後に密度にかかわらず散布する方法（追いまき法）について検討した。要防除密度を葉当たり雌成虫2頭とした時の個体数変動をFig.59に示した。追いまき法では、設定する要防除密度にかかわらず個体数変動が規則的になった。これは、1回目の散布で生き残った卵、蛹の多くがふ化または羽化した時期に2回目の散布が行われることによる。

2つの散布方法を用い、設定する要防除密度を変えた時に180日間に必要な散布回数を求め、定植後侵入のない場合をFig.60に、定植後毎日葉当たり0.0001頭の割合で侵入がある場合をFig.61に示した。侵入のない時には、2つの散布方法とも設定する要防除密度が葉当たり

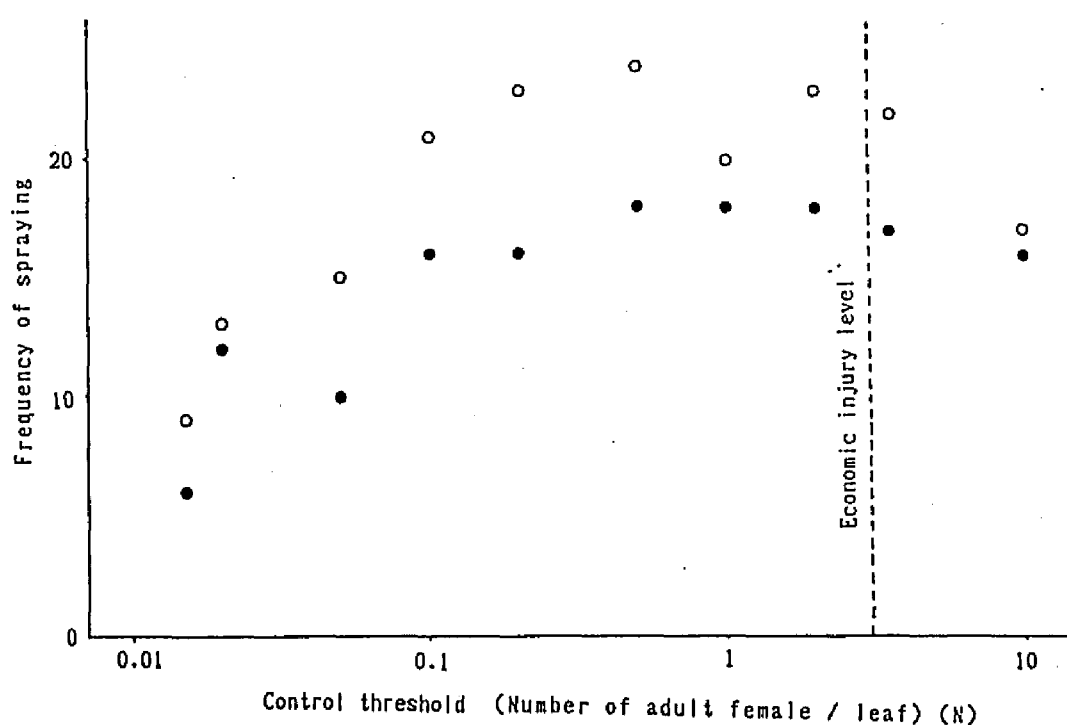


Fig. 60 Relationship between the control threshold (CT) and the frequency of spraying on the assumption that initial density is 0.01 female adult per leaf, and no adult invades after planting. Each point is simulated according to the matrix model. Symbols of figure are same as in Fig. 60. The abscissa is represented in log scale ($\log N$).

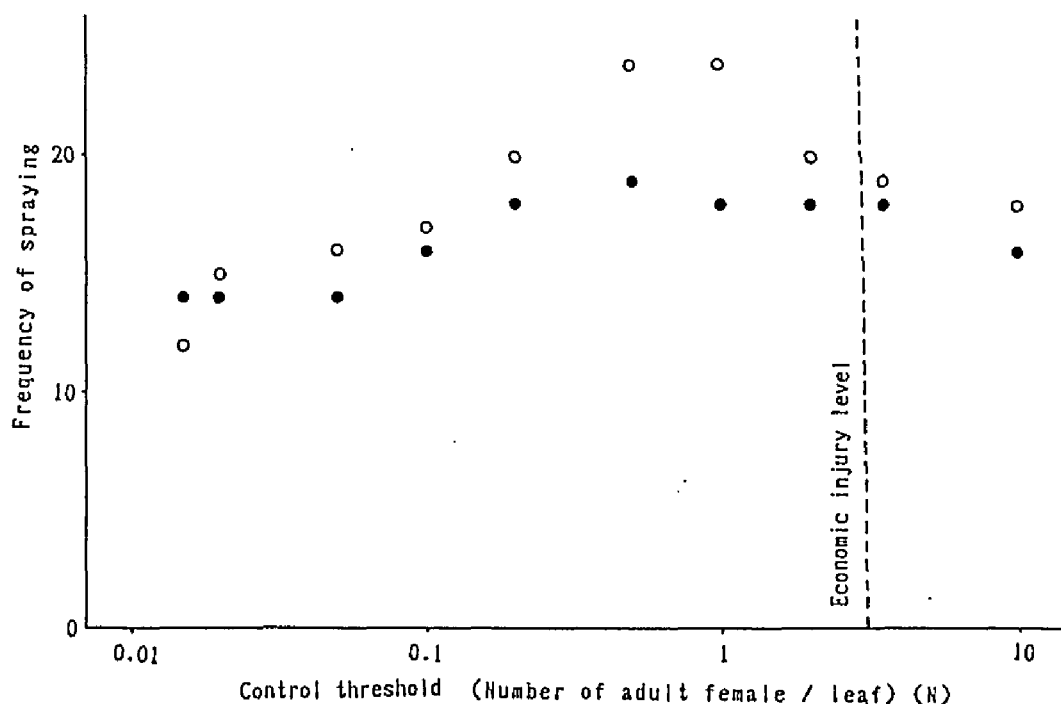


Fig. 61 Relationship between the control threshold (CT) and the frequency of spraying on the assumption that initial density is 0.01 female adult per leaf, and 0.0001 female adult per leaf invades everyday after planting. Each point is simulated according to the matrix model. Symbols of figure are same as in Fig. 60. The abscissa is represented in log scale ($\log N$).

0.5頭以上では、要防除密度が低いほど必要散布回数は増加するが、要防除密度が葉当たり 0.5頭以下では逆に要防除密度を低く設定すればするほど必要散布回数は減少した。また要防除密度を葉当たり 0.015頭とし追いまき法を行った時には、初期の6回の散布で個体群は絶滅し、極めて低密度時からの連続散布では侵入のない場合には根絶するものと考えられた。侵入のある場合は、侵入のない場合に比べ、設定する要防除密度を変えても必要散布回数の変動は小さかった。また、追いまき法は、要防除密度を越えたら散布する方法に比べ、大部分の場合散布回数がやや少なく、有効な散布方法と考えられ、とりわけ侵入のない場合にはこの傾向は強かった。

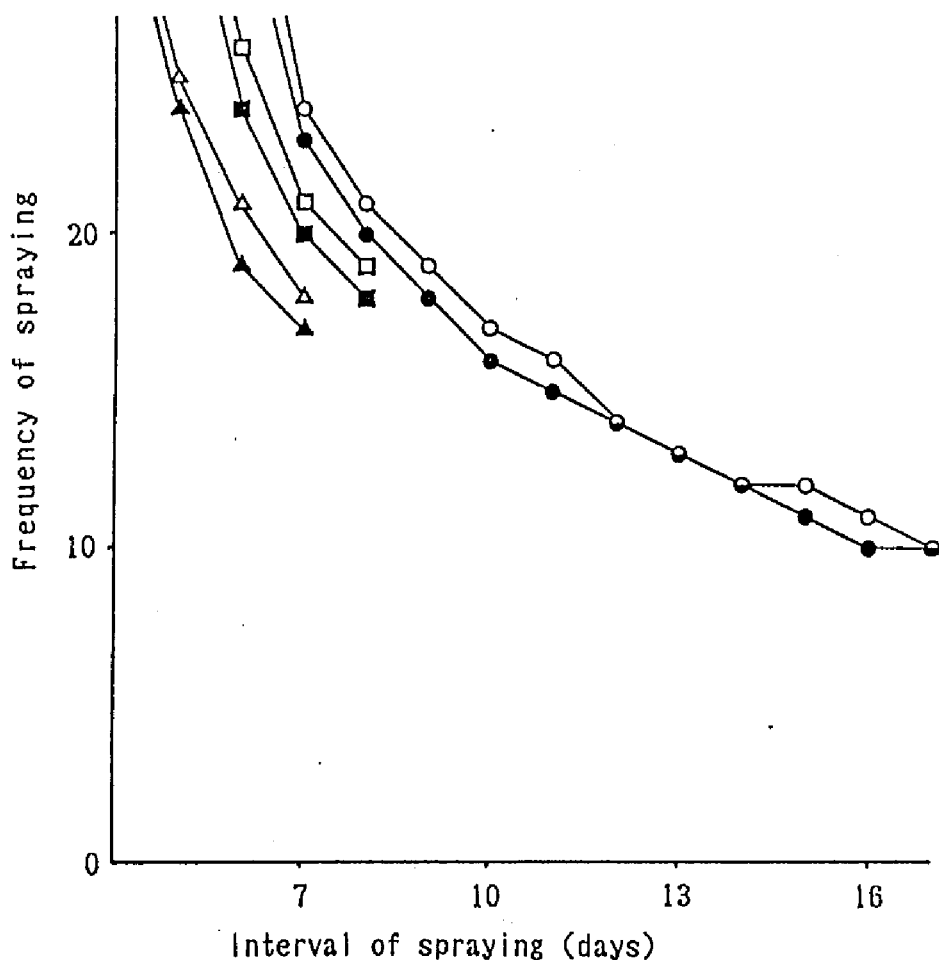


Fig. 62 Relationship between the interval of spraying and the frequency of spraying, when insecticide is sprayed periodically on the assumption that initial density is 0.01 female adult per leaf and no adult invades after plnating. Each point is simulated according to the matrix model. When the population of adult female does not exceed the economic injury level for 180 days, the control is regarded as effective and the interval and frequency of effective control is dotted in the figure.

- : Spraying was started 14 days after planting
(0.005 adult/leaf)
- : Spraying was started 21 days after planting
(0.021 adult/leaf)
- : Spraying was started 28 days after planting
(0.027 adult/leaf)
- : Spraying was started 42 days after planting
(0.099 adult/leaf)
- △: Spraying was started 56 days after planting
(0.331 adult/leaf)
- ▲: Spraying was started 63 days after planting
(1.275 adult/leaf)

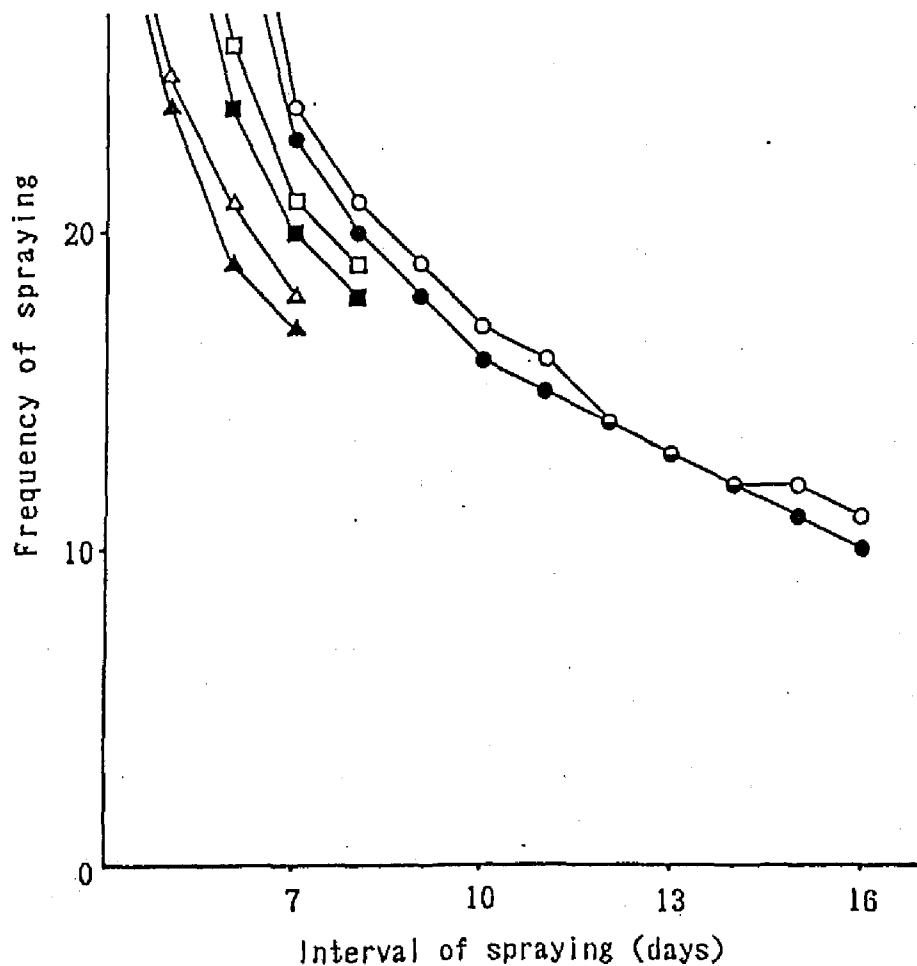


Fig. 63 Relationship between the interval of spraying and the frequency of spraying, when insecticide is sprayed periodically on the assumption that initial density is 0.01 female adult per leaf, and 0.0001 female adult per leaf invades everyday after plnating. Each point is simulated according to the matrix model. When the population of adult female does not exceed the economic injury level for 180 days, the contol is regarded as effective and the interval and frequency of effective control is dotted in the figure.

- : Spraying was started 14 days after plantig
(0.006 adult/leaf)
- : Spraying was started 21 days after plantig
(0.023 adult/leaf)
- : Spraying was started 28 days after plantig
(0.032 adult/leaf)
- : Spraying was started 42 days after plantig
(0.125 adult/leaf)
- △: Spraying was started 56 days after plantig
(0.473 adult/leaf)
- ▲: Spraying was started 63 days after plantig
(1.742 adult/leaf)

次に密度にかかわらず一定間隔で定期的に薬剤散布を行った場合の散布間隔と散布回数の関係を検討し、侵入のないときをFig.62に、定植後毎日葉当たり0.0001頭の割合で侵入のある時をFig.63に示した。ここでは有効な防除が可能な散布間隔、すなわち 180日間に被害許容密度を一回も超えない散布間隔のみを図示したため、各折れ線の右端が防除が有効な最長散布間隔を示している。散布の開始時期を早く、すなわち低密度時から散布を始めると、散布間隔を長くしても有効な防除が可能であり、必要散布回数は少なくなる。これに対し、散布の開始時期を遅く、すなわち高密度になってから散布を開始すると、散

布間隔は短くしなければ有効な防除はできず、必要散布回数は多くなった。侵入のある場合でも14日後あるいは21日後（すなわち葉当たり0.006あるいは0.023頭）から散布を開始すれば16日間隔でも有効な防除が可能となり、散布回数は11あるいは10回となり、要防除密度を用いた場合の必要散布回数の最小値（Fig.61）と同等あるいはやや小さい値となった。しかしながら、それよりやや高い密度から散布を開始した時には必要散布回数は急激に増加した。また、定期散布においては、侵入のある時と、ない時の必要散布回数はほぼ同じとなった。

侵入の防止

侵入の防止とは、寒冷紗、近紫外線除去フィルム、銀色資材などを利用し、定植後の施設内への成虫の飛翔による侵入を減らす防除手段であり、本モデルでは日当たり侵入数を変動させることにより検討した。

初期密度を0とし、日当たり侵入数を変動させた時の、被害許容密度に達するまでの日数の変化をFig.64に示した。当然のことながら、侵入数が減少すれば被害許容密度に達するまでの日数は長くなっており、侵入数が日当たり0.00005頭以下では180日の間に被害許容密度に達しなかった。また、侵入数を1/10にした時、0.01頭から0.001頭では29日、0.001頭から0.0001頭では74日、0.007頭から0.0007頭では

103日被害許容密度に達するまでの期間が長くなっており、低密度条件下での侵入防止効果がより高いことが示唆された。

持ち込みの防止

持ち込みの防止とは、定植する苗の防除、定植前の施設内の雑草除去あるいは雑草上の本種の防除などにより、定植時の寄生数を減らす防除手段であり、本モデルでは初期値を変動させることにより検討した。

侵入のない時と、毎日葉当たり0.0001頭の侵入のある時のそれぞれにつき、初期密度を変動させた時の、被害許容密度に達するまでの日数の変化をFig.65に示した。この場合も、当然のことながら、初期密度が減少すれば被害許容密度に達するまでの日数は長くなり、侵入のない場合は初期密度0.002頭以下では180日間には被害許容密度に達しなかった。また、初期密度を1/10にした時、侵入のない場合には0.1頭から0.01頭で35日、0.05頭から0.005頭で59日、0.03頭から0.003頭で106日、侵入のある場合には0.1頭から0.01頭で31日、0.05頭から0.005頭で41日、0.01頭から0.001頭で62日、0.005頭から0.0005頭で49日被害許容密度に達するまでの期間が長くなっており、侵入のある場合に比べ侵入のない場合に持ち込み防止の効果はより高かった。

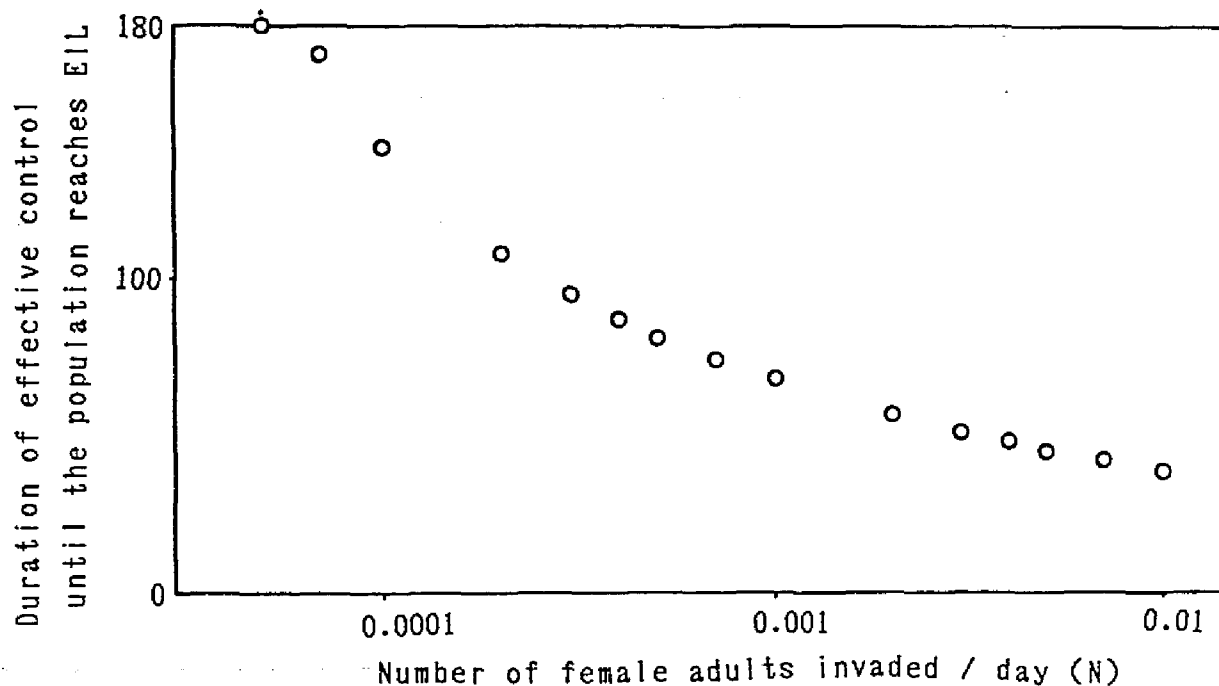


Fig. 64 Effect of the prevention of invasion after planting on the delay of population growth on the assumption that insect does not infest when the population starts. Each point is simulated according to the matrix model. ○: Population does not exceed economic injury level. The abscissa is represented in log scale ($\log N$).

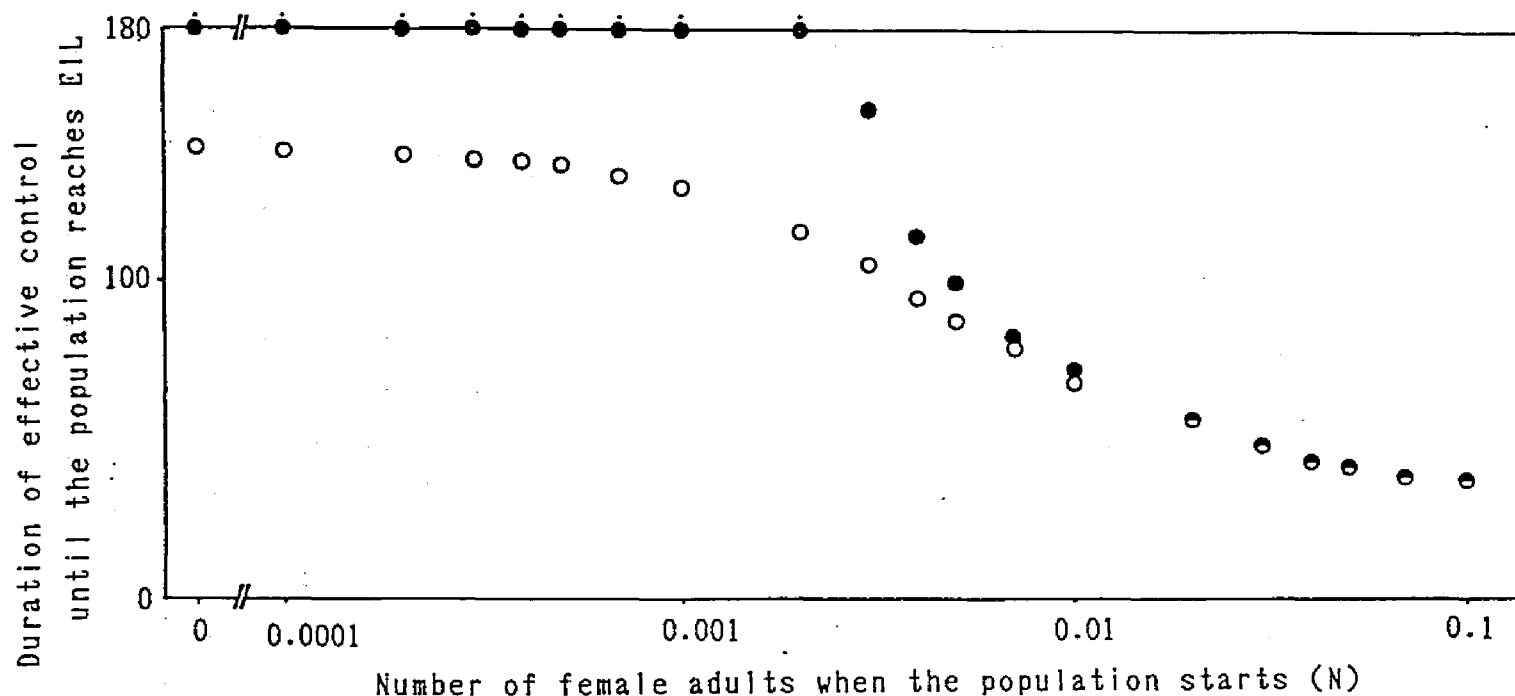


Fig. 65 Effect of the reduction of initial density on the delay of population growth. Each point is simulated according to the matrix model. ●: No adult invades after planting. ○: 0.0001 female adult per leaf invades everyday after planting. ⊙: Population does not exceed economic injury level. The abscissa is represented in log scale ($\log N$).

青色粘着リボンの設置

青色粘着リボンは本種の色彩反応を利用した防除手段であり、数 m^2 に一本を吊してマストラッピングに用いられている。日当たり誘殺率は未成熟雌が成熟雌の約3倍であることを考慮にいれ (Fig.25)、西野・小野 (1984) が報告している値を用いて計算し、 $2.0m^2$ に1本設置の時は未成熟雌が6.00%、成熟雌が2.00%とし、 $3.3m^2$ に1本設置の時は未成熟雌が2.00%、成熟雌が0.67%とした。

青色粘着リボンを $2.0m^2$ 又は $3.3m^2$ に1本吊した時、及び青色粘着リボンを設置しなかった時のそれぞれについて初期密度を変動させ、被害許容密度に達するまでの日数を求め、侵入のない時をFig.66に、毎日葉当たり0.0001頭の侵入のある時をFig.67に示した。侵入のない時

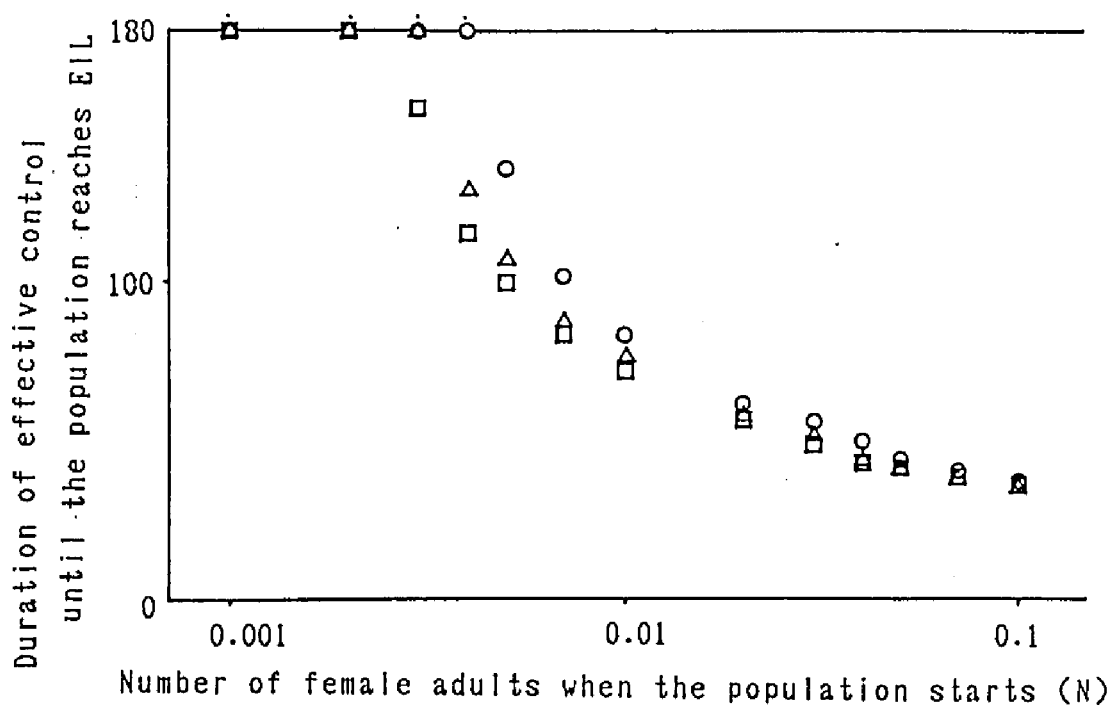


Fig. 66 Effect of mass trapping using sticky trap on the assumption that initial density is 0.01 female adult per leaf and no adult invades after planting. Each point is simulated according to the matrix model. ○: 1 trap / $2.0m^2$, △: 1 trap / $3.3m^2$, □: No trap. The abscissa is represented in log scale ($\log N$).

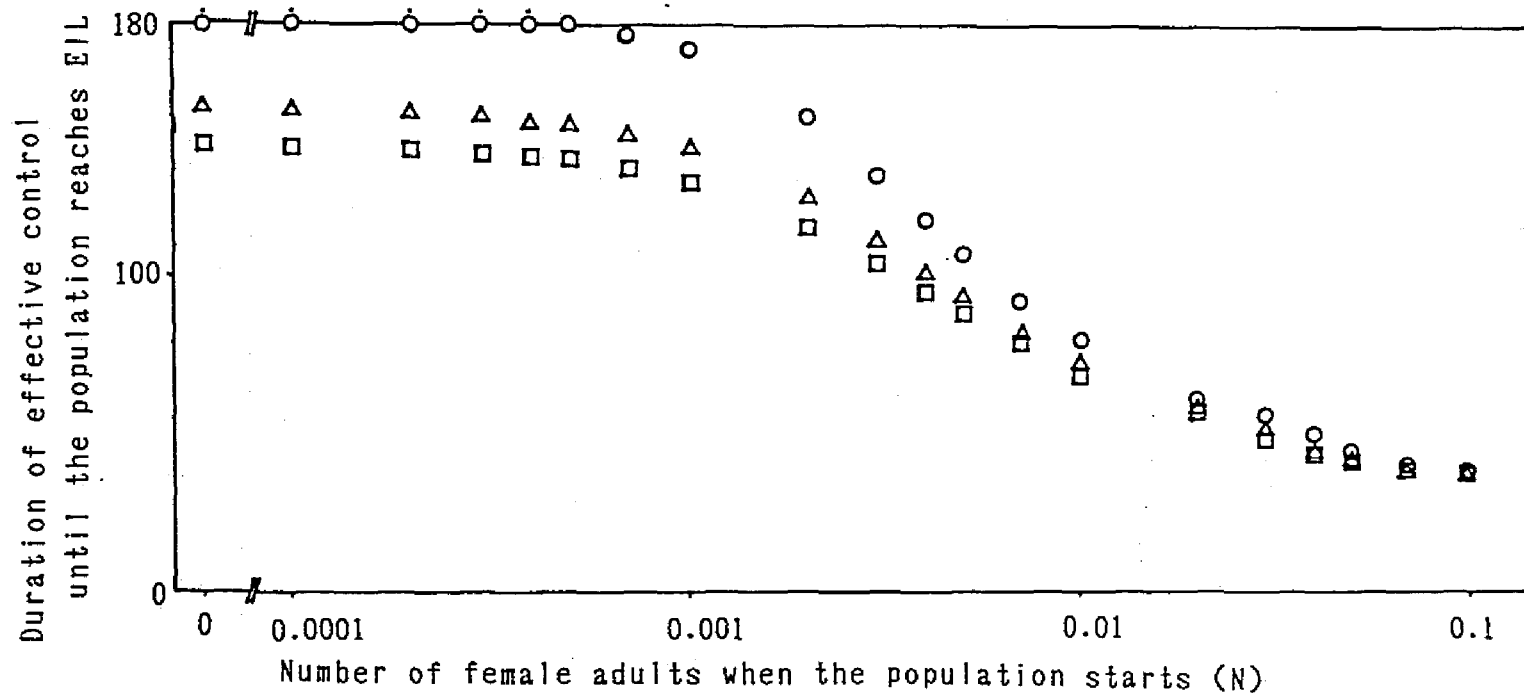


Fig.67 Effect of mass trapping using sticky trap on the assumption that initial density is 0.01 female adult per leaf, and 0.0001 female adult per leaf invades everyday after planting. Each point is simulated according to the matrix model. Symbols of figure are same as in Fig.66. The abscissa is represented in log scale ($\log N$).

には、初期密度0.05頭以上では被害許容密度に達するまでの日数が設置した時としない時で2日以内の差であり効果は認められなかった。初期密度の小さい時の効果は高く、 2.0m^2 に1本設置した時としない時での被害許容密度に達するまでの日数の差は初期密度0.01頭で11日、0.005頭で36日であり、0.004頭では65日以上となった。侵入のある時にも同様の傾向であり、初期密度0.07頭以上では差が2日以内であり、0.05頭で3日、0.01頭で12日、0.005頭で19日、0.001頭で42日、0.0005頭で43日であり、0.0004頭以下では 2.0m^2 に1本設置では180日までに被害許容密度には達しなかった。青色粘着リボンの効果は初期密度が低いほど顕著であり、高密度状態からの設置では効果がなかった。

3. 考察

要防除密度を定めてそれを越えたら薬剤散布を行う方法、あるいは更に3日後に追いまきを行う方法では、設定する要防除密度が0.5頭以上では要防除密度が高いほど必要散布回数は減少した。追いまき法では設定する要防除密度にかかわらず散布間隔はほぼ一定となり、散布回数の差は散布開始時期の差のみであったが、要防除密度を越えたら散布を行う方法では要防除密度の違いによる散布回数の差は大きかった。設定する要防除密度が0.5頭以下では要防除密度が低ければ低いほど、防除に必要な薬剤散布回数は減少した。多くの害虫では要防除密度を低く設定すればするほど薬剤散布回数が増加するのに対し、ミナミキイロアザミウマでは逆となるのは、低密度時に過疎効果が働くことによると考えられる。このため、防除にあたっては常に過疎効果の働くような低密度状態に保っておくことが必要であり、他の多くの害虫で用いられているような被害許容密度に近い値を要防除密度にとることは必要散布回数が増加するので、最適な防除戦略とはいえない。

追いまき法は、卵、蛹に薬剤がかからないという本種の生態にそくした散布方法であり、必要散布回数が少ないことから有効な散布方法といえる。本種に対する薬剤の使用法として、松崎(1983)はナスで発生を認めたら4～5日間隔で2～3回の、永井・野中(1983)はピーマンで高密度時には5日間隔で2～3回の散布が必要としており、追いまき法の有効性は経験的に既に示されている。本種のように増殖能力が高く、過疎効果が強く働き、しかも薬剤の効果の高くない害虫では他の多くの害虫の場合と異なり、要防除密度は被害許容密度にかかわらず検出可能な限り低密度に設定することが有効であり、かつ、薬剤の効果の低いステージの存在する害虫では追いまき法は有効とい

える。

要防除密度は検出可能な限り低く設定するほど必要散布回数は減少するが、低密度時に密度を推定するための必要標本数は極めて多くなる。調査株をランダムに抽出し各株から展開直後の成葉2枚を抽出し、寄生成虫数を調べる方法を用い、施設栽培キュウリにおいて相対精度0.2で生息密度を推定するための必要抽出株数は葉当たり成虫0.1頭の時約350株、0.05頭の時約710株、0.01頭の時約3500株であり、相対精度を0.5に落としても0.1頭の時約60株、0.05頭の時約110株、0.01頭の時約570株であり（Fig.33）、現実的には葉当たり成虫0.1頭以下の要防除密度の設定は困難であり、簡易な密度調査法の開発が望まれる。

薬剤の定期散布による防除においても、極めて低密度時から散布を開始すれば必要散布回数は要防除密度を極めて低密度に設定した時とほぼ同数であった。永井・野中（1983）はピーマンでの本種の防除試験で低密度状態では15日間隔の薬剤散布で有効な防除が可能なことを示しており、作物は異なるがここでのモデル計算の結果とよくあう。定期散布においては、密度の推定が必要なのは散布の開始時期のみであり、定期散布は要防除密度を設定する方法に比べより現実的で有効な散布方法といえる。しかしながら、この場合も散布開始時期の決定のためには葉当たり成虫0.01～0.02頭の極めて低密度時の正確な密度推定が必要となる。

本種では要防除密度を設定して散布を行う場合と定期散布を行う場合とで、必要散布回数が変わらなかった。本種は防除を実施しない状態では安定齢構成となっており、一つのステージの個体数から他のステージの個体数を推定することが可能である。しかしながら防除を行った場合、防除効果がステージにより異なるため齢構成が変動する。薬剤による防除では成虫、幼虫にはほぼ同程度の効果があるが、卵、蛹に効果がない。このため成虫数で要防除密度を設定した場合、他のステージとりわけ卵、蛹の個体数が要防除密度に反映しない。このため、不要な散布が行われたり、必要な散布が行われなかったため、要防除密度を設定しても必要散布回数が定期散布を行う場合と変わらなかったものと考えられた。現在の技術では成虫以外の密度推定は極めて困難であるが、他のステージの個体数も組み入れた総合的な要防除密度を設定することが必要であり、その前提となる他のステージの簡易な密度推定法の開発が望まれる。

侵入防止を目的に用いられている各種資材の効果をまとめると、寒冷紗では色彩によりやや異なるが定植1か月後のキュウリでの密度で

無被覆の1/4~1/20（永井、1981）、キュウリでの定植後3週間の平均密度で無被覆の1/5~1/50（鈴木・宮良、1984）であり、近紫外線除去ビニルフィルムでは侵入数が一般農業用ビニルフィルムの1/10であった（野中・永井、1983）。また、銀色フィルムによる畝上のマルチは資材の種類などにより異なり、定植7日後のキュウリでの成虫密度は無マルチの1/10以下（牧野、1984）、定植1か月後のキュウリでの密度で無マルチの1/6~1/8（永井、1981）、キュウリでの定植後1か月の平均密度で黒マルチの1/3（鈴木・宮良、1984）であった。モデル計算によれば、侵入の少ない時には侵入数を1/10に減らすことにより被害許容密度に達するまでの日数は70~100日遅れることから、これらの資材による侵入防止は本種の防除に極めて有効といえる。

青色粘着トラップによるマストラッピングの効果は、キュウリでは3.3m²当たり1本で寄生数が無設置区の約1/10、ナスでは3.3m²当たり1本で寄生数が無設置区の1/7~1/10、2m²当たり1本で1/10~1/20（西野・小野、1984）、3.3m²当たり1本で寄生数が無設置区の約1/5、6.7m²当たり1本で1/10以下（竹内ら、1983b）、ピーマンでは3.6m²当たり1本または7.2m²当たり1本で寄生数が無設置区の1/2~1/5（野中・永井、1984）であり、いずれの試験でも被害果の発生は無設置区に比べ極めて少なかった。これらの試験は薬剤散布が各区同一に行われている条件でのものであり、本研究でのモデル計算の結果あるいは圃場試験どうしの単純な比較はできない。しかしながら、モデル計算の結果などより青色粘着トラップは極めて低密度時から設置するか、薬剤散布等の防除手段と併用することにより有効な防除手段と考えられる。

要防除密度を設定して薬剤散布を行う場合でも、定期散布を行う場合でも、特殊な一例（侵入がなく、要防除密度を葉当たり成虫0.015頭に設定し、追いまきを行う時）を除き、必要散布回数は10回以上となった。農薬の安全使用基準を考えると、一作に10回の使用は認められず、薬剤のみにたよった防除は困難なものと考えられた。薬剤散布以外の防除手段は極めて多いがその効果は作物、作型により異なり、使用できないもの（たとえば、近紫外線除去ビニルフィルムを用いるとナスでは果色が発色せず使用できない）もある。そのため、それぞれの作物、作型に適した防除手段を組み合わせた総合防除体系の確立が望まれる。

第4章 総合考察

本編では、ミナミキイロアザミウマの密度調査法の検討を行い、次に施設栽培の主要な果菜類3種について被害許容密度を示し、第1編のデータを用いて施設栽培キュウリでの個体群管理モデルを作成し防除手段の数量的評価を行った。この結果より、本種の施設栽培における防除法について論議する。

桐谷・中筋(1973)は施設栽培の特徴として、1)隔離環境であること、2)風雨の影響を受けないこと、3)短日条件であり、かつ被覆により光量が少ないこと、4)温度較差が少ないこと、5)土壌内水分は安定しているが、湿度は昼夜の変化が大きいこと、6)多量の肥料が施されることの6点をあげている。また、施設栽培においては商品価値の高い作物が栽培されるため、薬剤散布が頻繁に行われる。これらのことから、施設栽培における害虫相は露地栽培と大きく異なり、施設栽培において問題となる害虫の多くは、1)休眠期をもたず、2)増殖能力が高く、3)小型であり、4)寄主範囲が広いという特徴をもつ。また、防除手段も隔離環境であることを利用した、露地栽培とは異なるものがある。

また施設栽培では、閉鎖環境において増殖能力の高い害虫に対し頻繁に薬剤散布を行うため、殺虫剤抵抗性の発達がおこりやすく、かつ、収穫が毎日のように行われるため収穫物の農薬汚染の可能性が高く、薬剤散布は必要最小限にとどめなければならない。

このため、施設栽培が古くから行われていたイギリス、オランダでは1960年頃より生物的防除の研究が進められ、現在ではオンシツコナジラミ *Trialeurodes vaporariorum* WESTWOOD に対するオンシツツヤコバチ *Encarsia formosa* GAHAN、ナミハダニ *Tetranychus ulticae* KOCHに対するチリカブリダニ *Phytoseiulus persimilis* ATHIAS-HENRIOTの導入を主体に、薬剤を組み合わせた果菜類の防除が広く行われている(GOULD, 1980; LENTEREN et al, 1980)。キュウリを加害するネギアザミウマ *Thrips tabaci* LINDEMANN に対しても捕食性のダニの一種 *Amblyseius mckenziei* SCH. and PR.と *A. cucumeris* (OUD.)の利用が検討されている。また、我が国においても、チリカブリダニ(森・真梶, 1977; 矢野・東, 1982)、オンシツツヤコバチ(矢野, 1984)の実用化をめざした研究が行われている。しかしながら、我が国では流通過程において品質が過度に重視されること、ヨーロッパに比べ問題となる害虫の種数が多いことなどにより、生物的防除はほとんど実施されておらず、施設栽培における防除は薬剤によることが多

い。

果菜類は収穫期間が長く、その間ほぼ毎日のように収穫が行われるため、害虫防除の考え方は収穫が一度に行われる作物（イネ、ダイズなど）とは異なる。すなわち、収穫が一度に行われる作物では、収穫期に経済的被害が出るような密度を決定し、その密度をこえないように収穫期前に防除を実施するのが基本である。これに対し、収穫期間が長い果菜類における増殖能力の高い害虫（アブラムシ類、ハダニ類、アザミウマ類など）に対しては、そのような考えにもとずいた防除を実施することはできない。このような場合、たえず防除を実施する必要があり、収穫期と防除適期が一致する。

一般に、指数関数的に増加する害虫に対し、要防除密度を定めて薬剤散布を行うとき、防除効果が100%であれば要防除密度が被害許容密度に近いほど一定期間の必要散布回数は少なくなる。また、防除効果が100%でなく密度にかかわらず一定の値をとれば一定期間に必要な散布回数は設定する要防除密度にかかわらず一定の値をとる。しかしながら、本種では低密度時に交尾確率が低下し増殖率が下がるため、設定する要防除密度が一定値以上では必要散布回数は一定の値をとるが、一定値以下では低ければ低いほど必要散布回数は少なくなる。低密度時の交尾確率の低下はすべての昆虫で起こっているものと考えられるが、圃場での害虫の例は報告されていない。本種の防除を考えるうえで低密度時の過疎効果は極めて重要であり、常に過疎効果の働く低密度に保っておくことが防除戦略上最適と考えられる。

過疎効果の働く低密度を常に保っておくためには極めて低密度時に防除手段をとらねばならない。しかしながら、本種では低密度時の簡易で正確な密度推定法が確立されていないため、現実的には要防除密度を極めて低密度に設定することはできない。薬剤の定期散布でも極めて低密度時から防除を開始すれば、必要散布回数は極めて低密度に要防除密度を設定した場合と同じであり、定期散布は現実的で有効な散布方法といえる。しかしながら、この場合でも散布開始時期の決定のため正確な密度推定は不可欠であり、それを怠ると過剰な散布になったり、有効な防除ができなくなる。

施設栽培は閉鎖環境であるため害虫の侵入経路が限られており、また侵入を防止することも露地栽培に比べ容易である。害虫の侵入経路としては、1)定植前の施設内（土壌中、雑草など）に存在したもの、2)苗に寄生して侵入したもの、3)定植後侵入（飛翔、人に付着など）したものが考えられる。本種ではこれらすべての侵入経路が考えられ、またすべてに有効な防除手段がある。本種は寄主範囲が広く定植前の

施設内では種々の雑草に寄生しており、また短期間は蛹が土壤中に生存している。これらに対しては、雑草の除去、雑草への殺虫剤散布、収穫残渣の処理、土壌くん蒸などが、有効な防除手段である。苗に寄生する本種の防除手段は基本的には本圖と同じであるが、さらに育苗ポットへの粒剤の施用も有効な防除手段である。定植後の侵入としては換気部からの成虫の飛翔による侵入が主体となり、これに対しては寒冷紗による換気部の被覆、近紫外線除去ビニルフィルムの利用、銀色資材の利用が考えられる。このような侵入防止、持ち込み防止の効果が高いことはモデル計算からも明らかであり、種々の手段を組み合わせ侵入、持ち込みを防止し施設内の密度をあげないことは、薬剤散布回数の減少に有効である。また、青色粘着リボンを低密度時から設置することも同様に有効である。

本種は露地で越冬することが出来ず、また施設は夏には作物がなくなるため、施設と露地を往復する生活環をもっている。本種の露地での移動に関する試験はないが施設での試験結果 (Fig. 23, 24) から考えても、自力による移動能力が高いとは考えられない。このため、施設と露地を往復する生活環を絶つことは有効な防除手段となる。永井 (1981) によれば、夏期に露地栽培を行わなかった地域では、夏期に露地栽培を行った地域に比べ、秋からの施設栽培ピーマンでの本種の発生量が著しく少ないことが知られている。施設栽培のない地域で本種の発生が見られないことは生活環が絶たれているからであり、施設栽培地帯においても作型の統一などにより寄主植物のない時期を作ることが望ましい。また、雑草の除去、雑草上の本種の防除も同様の意義を持つ。

本研究においては、個体群動態に関するデータをもとに個体群管理モデルを作り、防除手段の評価を行った。この方法は将来開発される新しい防除手段の評価、適用法の検討に利用可能である。また、従来、施設栽培におけるこのような研究はないが、施設栽培は閉鎖環境であり、害虫の個体群動態に関与する要因も少なく、個体群管理モデルによる防除手段の評価は極めて有効な手法であり、増殖能力の高い他のアザミウマ類 (ヒラズハナアザミウマ *Frankliniella intonsa* (Trybom), チャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* Hood など) や、他の増殖能力の高い害虫すなわちアブラムシ類、ハダニ類などへも適用することが有用と考えられる。

総 括

これまでの各章でミナミキイロアザミウマ個体群の増殖、分布、密度調査法、被害等についての解析を行った。得られた主要な成果は次のとおりである。

第1編におけるミナミキイロアザミウマの個体群動態の研究により本種の害虫としての特性をほぼ明らかにすることができた。すなわち、本種の増殖能力は大きい、果菜類の他の重要害虫に比べ特に勝っているとはいえない。作物により増殖率は異なるが、寄主植物の範囲は極めて広い。休眠せずに施設内で越冬し、春に露地に分散し、露地で増殖し、秋に施設内へ戻るといふ、施設と露地を往復する生活環をもっている。他の害虫との種間競争には極めて弱い、殺虫剤抵抗性を獲得した系統が我が国へ侵入したため、殺虫剤により他の害虫の増殖が抑えられる作物上では本種が十分に増殖できる。さらに、本種の寄生に好適な作物部位は若い組織であり、果菜類においては栄養生長が生育末期まで行われるため常に寄生に好適な若い組織が存在する。これらの生態的特性を有する本種にとって、我が国の果菜類の栽培様式は極めて好適であったといえる。本種のように、微小で、休眠性を有せず、薬剤抵抗性を有し、寄主範囲が広く、増殖能力がある程度高い種は、施設栽培における重要害虫となる可能性が大きい。

第2編においては、初めに個体数調査法の検討を行った。本種が特定の色に誘引される性質を利用した粘着トラップ法は、単一の施設における大まかな個体数の変動を知るためには有効と考えられたが、トラップデータからの精密な密度推定は困難と考えられた。次に、見取り法による密度調査において一定精度の推定値を得るための平均密度、累積個体数と必要抽出数の関係を示した。見取り法では低密度時の個体数推定に多大な労力を必要とし、後述するように個体群管理を行う上で重要な低密度時の簡易な個体数調査法の開発が必要とされた。

次に、本種による被害の検討を行った。果菜類の被害解析法には確立されたものがなく、本研究では薬剤散布により収穫期間の密度を一定に保つという操作を行って、全収穫期間の平均密度と全収穫量の関係を解析した。この方法は、やや労力を要するが、常に栄養生長と生殖生長を行っている作物に増殖能力の高い害虫が寄生する場合には有効な被害解析法といえる。この方法により重要な3種の果菜類（キュウリ、ナス、ピーマン）についての本種の被害許容密度を示した。葉への加害による間接的被害が主体のキュウリにおいては被害許容密度が高かったのに対し、果実への直接加害が主体のナス、ピーマンでは

極めて低くなり、防除が困難なことが示唆された。また、果実への直接加害が主体のナス、ピーマンでは果皮の傷に対する品質の評価基準により被害許容密度が大きく変化し、薬剤散布回数の減少のためには傷を含めた果実の品質の評価基準の再検討も重要といえる。

最後に、第1編で得られたデータをもとに、本種の個体群管理モデルをキュウリ上の個体群を例として作成した。これは基本的増殖曲線をもとに、種々の防除手段を組み入れたものであり、モデル計算により得られた結果は本種の生態的特性から考え妥当なものであった。個体群管理上最も重要と考えられた生態的特性は、低密度時に過疎効果が働き交尾確率が低下することであると考えられた。本種の防除においては常に過疎効果の働く低密度に保っていることが防除戦略上最適と考えられた。このことを薬剤散布のみで行うには、要防除密度を極めて低く設定するか、極めて低密度からの定期散布が必要となる。どちらにおいても散布開始時期の決定のための低密度時の正確な密度推定が不可欠となり、それを怠ると過剰な散布になったり、有効な防除ができなくなる。モデル計算でも示されたように、侵入、持ち込みの制御の効果は大きく、施設栽培においては害虫の侵入経路が限られており、その制御も容易であることから、これは極めて有効な防除手段といえる。これらの結果より、本種の施設栽培キュウリにおける最適な防除戦略が作型ごとに提起できる。また、他の果菜類については必要なパラメータを求め、それを用いることにより、容易に同様の個体群管理モデルが作成でき、最適な防除戦略の提起が可能である。いずれにしても、現実には低密度時の密度推定法の簡易さにより提起可能な防除戦略が変わるので、簡易な密度推定法の開発が特に重要な課題である。本研究において用いた、個体群動態に関するデータをもとに個体群管理モデルを作成し、防除手段を評価する方法は、施設栽培における害虫の管理に極めて有効な方法であるといえる。

要 約

我が国への侵入以後、西日本における果菜類の最重要害虫となったミナミキイロアザミウマの個体群動態をキュウリを主体にした果菜類を栽培した施設での調査にもとづいて解析するとともに、本種の個体群管理法を確立するために密度調査法の検討及び被害解析試験を行い、これらをもとにキュウリでの個体群管理モデルを作成して本種の防除戦略を論じた。主要な結論を以下に要約する。

個体群動態

- (1) 産卵から羽化までの発育零点は 11.6°C であり、内的自然増加率は 30°C までは高温になるほど高くなった。本種の内的自然増加率は他の重要な果菜類害虫及び他のアザミウマ類と比べ特に高くはなかった。
- (2) 寄主植物の種類は多く、増殖は作物により大きく異なった。内的自然増加率はキュウリで最も高く、ナス、メロン、カボチャで高かった。被害の大きなピーマン、キクでの増殖はキュウリに比べ劣り、増殖の差は被害の差とは一致しなかった。トマト、イチゴは寄主となりえなかった。
- (3) 施設栽培のキュウリにおいても露地栽培のキュウリにおいても、放飼後、個体数は指数関数的に増加した。瞬間増加率の値は栽培期間の温度により異なり、飼育試験で得られた内的自然増加率の値の80～90%であり増殖阻害要因の働きは小さかった。
- (4) 寄生密度の低下とともに交尾率が低下する過疎効果があり、この過疎効果が低密度時の個体数変動に大きく影響をおよぼしている。葉当たり成虫数 (x) と交尾率 (y) の間には $y = 1 - e^{-20.93x}$ の関係式が得られた。
- (5) 施設栽培のキュウリでの空間分布は、成虫では個体を単位とし、葉当たりでは集中的、株単位ではほぼランダムであり、幼虫では小さなコロニーを単位とし、葉当たりでは集中的、株単位ではやや集中的であった。露地栽培のキュウリでも、施設栽培とほぼ同様であったが、幼虫の株単位での分布はランダムであった。他の作物においても基本的には同様であったが、大型の施設では集中度が高かった。
- (6) キュウリの株内では、成虫は展開直後の葉に多く見られ、幼虫はやや下位の葉に多く見られ、花、果実には少なかった。ナスでは葉ではキュウリと同様であったが、成虫は花、幼虫は果実にも多かった。
- (7) 成虫の分散は羽化0～2日後が活発であるが、以後は作物に定着し、分散は畦に沿ってわずかにみられたにとどまった。

(8) ワタアブラムシとの種間競争においては常に本種が排除された。これはワタアブラムシの寄生により生息環境が悪化したことが原因と考えられた。

(9) これらの結果より、我が国の果菜類の栽培様式が本種の増殖にとって極めて好適なものであり、個体群管理法の検討においては、本種の害虫としてのこのような特性を考慮に入れることが重要と考えられた。

個体群管理

(1) 白色あるいは青色の粘着トラップの誘引虫数は単一の施設における個体数の変動をよく反映しているが、多くの施設のデータを組みにするとばらつきが大きく、本トラップは単一の施設における個体数の変動を知るためには有効と考えられたが、個体数の精密な推定には不向きであった。

(2) 見取り法による密度推定における平均密度、累積個体数と必要標本株数の関係を示した。本種の個体群管理において重要となる低密度時の推定には、極めて多くの株の調査が必要となり、より簡易な密度推定法の開発が必要とされた。

(3) 果菜類の被害解析法には確立されたものがなく、ここでは薬剤散布により収穫期間の密度を一定に保つことにより、全収穫期間の平均密度と全収穫量を用いて本種による被害を解析した。キュウリでは密度と全収穫量及び健全果収穫量との間に高い負の相関が認められ、全収穫量及び健全果収穫量の5%減少に対する被害許容密度はそれぞれ葉当たり成虫 5.3頭及び 4.4頭と推定された。ナス、ピーマンでは全収穫量は密度にかかわらず一定であったが、密度の増加につれて傷果の割合が急速に増加し、密度の対数値と健全果収穫量との間に高い負の相関が認められ、健全果収穫量の5%減少に対する被害許容密度はそれぞれ葉当たり成虫0.08頭及び花当たり成虫0.11頭と推定された。葉が主に加害されるキュウリに比べ、果実が直接加害されるナス、ピーマンでは被害許容密度が極めて低かった。果実が直接加害される作物では果皮の傷に対する品質の評価基準により被害許容密度が大きく変化した。

(4) 第1編のデータを用い、本種のキュウリでの個体群管理モデルを作成した。モデルはマトリックスモデルとし、室内飼育試験のデータを中心に、圃場試験で得られた過疎効果のデータを組み入れた。モデル計算により以下の結果を得た。要防除密度を定めて薬剤散布を行う時、設定する要防除密度が低いほど必要散布回数は減少した。また、

薬剤散布の3日後に密度にかかわりなく再散布を行う方法（追いまき法）は、必要散布回数が少なかった。低密度時からの定期散布では、要防除密度を極めて低密度に設定した時と必要散布回数が変わらなかった。これらの結果は本種の生態的特性を考えると妥当なものと考えられた。また、侵入防止、持ち込み防止、青色粘着リボンによるマストラッピングは、全て有効な防除手段と考えられた。

(5) これらの結果より、本種の施設栽培のキュウリにおける防除戦略を提起した。これらの手法は他の施設栽培果菜類においても、あるいはアブラムシ類、ハダニ類等の増殖能力の高い他の微小な果菜類害虫に対しても適用できる。

引用文献

- ANANTHAKRISHNAN, T.N. (1955) Notes on Thrips palmi KARNY, attacking Sesamum indicum. J. Bombay nat. Hist. Soc. 52: 95 1-952.
- ANANTHAKRISHNAN, T.N. (1984) Bioecology of thrips. Michigan: Indira Publishing house, 233pp.
- AYYAR, T.V.R. (1929) The economic status of Indian Thysanoptera. Bull. Ent. Res. 22: 77-79.
- BHATTI, J.S. (1980) Species of the genus Thrips from India (Thysanoptera). System. Entomol. 5: 109-166.
- BEAVERS, J.B., J.G. SHAW and R.B. HAMPTON (1971) Color and height preference of the citrus thrips in a navel orange grove. J. Econ. Entomol. 64: 1112-1113.
- BULLOCK, J.A. (1965) The assessment of populations of Thrips nigropilosus UZEL. on pyrethrum. Ann. appl. Biol. 55: 1-12.
- COVILLE, P.L. and W.W. ALLEN (1977) Life table and feeding habits of Scolothrips sexmaculatus (Thysanoptera: Thripidae). Ann. Entomol. Soc. Amer. 70: 11-16.
- DAVIDSON, J. and H.G. ANDREWARTHA (1948a) Annual trends in a natural population of Thrips imaginis (Thysanoptera). J. Anim. Ecol. 17: 193-199.
- DAVIDSON, J. and H.G. ANDREWARTHA (1948b) The influence of rainfall, evaporation and atmospheric temperature on fluctuations in size of a natural population of Thrips imaginis (Thysanoptera). J. Anim. Ecol. 17: 200-222.
- 古野鶴吉・腰原達雄(1978) ハダニ類の個体群増殖に及ぼす湿度の影響. 九病虫研会報 24: 125-126.
- 古野鶴吉・山田偉雄・腰原達雄(1978) モモアカアブラムシの個体群増殖に及ぼす湿度の影響. 九農研 40: 105.
- GILSTRAP, F.E. and E.R. OATMAN (1976) The bionomics of Scolothrips sexmaculatus (PERGANDE)(Thysanoptera: Thripidae), an insect predator of spider mites. Hilgardia 44: 27-59.
- GOULD, H.J. (1980) The development of biological control of whitefly and red spider mite on tomatoes and cucumbers in England and Wales. In: Working group integrated control

- in glasshouses. Vantaa, Finland. pp53-57.
- 萩谷俊一(1982) 黄色粘着板によるオンシツコナジラミ成虫の誘引距離. 関東病虫研報 29:145-146.
- 堀切正俊(1981) 鹿児島県におけるミナミキイロアザミウマの発生と野菜類の被害. 植物防疫 35:294-295.
- 細田昭男・那波邦彦・中沢啓一・林 英明(1976) オンシツコナジラミの生態と防除に関する研究 第2報 東広島個体群の薬剤感受性. 広島農試報 37:63-68.
- HUSSEY, N.W., W.J. PARR, and B. GURNEY (1959) The effect of white-fly populations on the cropping of tomatoes. Rep. Glasshouse Crops Res. Inst., 1958: 79-86.
- HUSSEY, N.W. and W.J. PARR (1963) The effect of glasshouse red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on the yield of cucumbers. J. hort. Sci. 38: 255-263.
- 池田二三高(1981) 静岡県におけるミナミキイロアザミウマの発生と温室メロンの被害. 植物防疫 35:289-290.
- 池田二三高・久保田 栄・竹内秀治・高橋啓之・腰原達雄・山田偉雄(1982) 温室メロンにおけるミナミキイロアザミウマの発生実態. 関西病虫研報 24:40.
- 池田二三高(1983) 静岡県の温室メロン栽培地帯におけるミナミキイロアザミウマの発生生態と防除. 植物防疫 37:291-293.
- 伊藤嘉昭・村井 実(1977) 動物生態学研究法. 東京:古今書院, 558p.
- IRWIN, M.E., K.V. YEARGAN and N.L. MARSTON (1979) Spacial and seasonal patterns of phophytophagous thrips in soybean fields with comments on sampling techniques. Environ. Entomol. 8: 131-140.
- 石井卓爾・村井 保(1982) トマト白ぶくれ症の原因となるヒラズハナアザミウマ. 植物防疫 36:225-229.
- Iwao, S. (1968) A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. Res. Popul. Ecol. 10: 1-20.
- Iwao, S. and E. Kuno (1971) An approach to the analysis of aggregation pattern in biological populations. In: Statistical Ecology. (G.P. Patil, E.C. Pielou and W.E. Waters eds.) Penn. State. Univ. Press, Univ. Park and London. pp 461-513.

- 巖 俊一・桐谷圭治(1973) 総合防除の理論. 総合防除(深谷昌次・桐谷圭治編), 東京, 講談社, pp.39-96.
- Iwao, S. (1975) A new method of sequential sampling to classify populations relative to a critical density. Res. Popul. Ecol., 16: 281-288.
- Kann, J.A. (1972) Thrips that affect production of grass seed in Oregon. J Econ. Entomol. 65: 1050-1055.
- 梶田泰司(1985) ミナミキイロアザミウマの捕食性天敵. Pulex 71: 329-330.
- 河内俊英(1974) ワタアブラムシ実験個体群の増殖に関する生態学的研究. 久留米大学論叢 22: 75-81.
- 河本賢二・池田二三高・久保田 栄・腰原達雄(1984) 露地におけるミナミキイロアザミウマの越冬調査. 関西病虫研報 26: 55.
- 金城常雄・仲宗根 徹・新崎正信・長嶺由範・鈴木 寛・宮良安正(1985) 施設栽培ピーマンにおけるミナミキイロアザミウマの総合防除法. 九病虫研会報 31: 160-165.
- 北方節夫・吉田 守(1982) カラートラップによる施設内害虫の誘殺. 植物防疫 36: 478-481.
- 桐谷圭治・中筋房夫(1973) 施設園芸害虫の総合防除. 総合防除(深谷昌次・桐谷圭治編). 東京, 講談社, pp.296-309.
- 北村實彬・河合 章(1983) ミナミキイロアザミウマ個体群の生態学的研究 2. 露地栽培ナスにおける発生動態. 九病虫研会報 29: 85-87.
- 北村實彬・河合 章・小山重郎(1984) ミナミキイロアザミウマ個体群の生態学的研究 6. 露地およびハウス栽培ナスにおける発生動態. 九病虫研会報 30: 129-132.
- 北村實彬・河合 章(1986) ミナミキイロアザミウマのトマトに対する非選好性の検定. 九農研 48: 投稿中.
- 小林義明(1982) 野菜ハダニ類の発生と防除上の問題点. 植物防疫 36: 435-439.
- 小泉成徳(1985) 西日本のタバコ産地におけるアザミウマ類に関する研究 第1報 タバコを加害するアザミウマ類の種類. 鹿児島たばこ試報 26: 55-74.
- 久保田 栄・池田二三高・石川 毅・竹内秀治・川瀬範毅(1984) キクにおけるミナミキイロアザミウマの被害発現の品種間差異. 関東病虫研報 31: 174-175.
- 工藤 巖(1981) 野菜類を加害するミナミキイロアザミウマ. 植物

- 防疫 35: 285-288.
- KUNO, E. (1969) A new method of sequential sampling to obtain the population estimates with a fixed level of precision. Res. Popul. Ecol. 11: 127-136.
- KUNO, E. (1978) Simple mathematical models to describe the rate of mating in insect populations. Res. Popul. Ecol. 20: 50-60.
- LAUGHLIN, R. (1970) The gum tree thrips, Isoneurothrips australis, the population of a single tree. Ent. exp. & appl. 13: 247-259.
- LENTEREN, J.C.van, P.M.J. RAMAKERS and J. WOETS (1980) Integrated control of vegetable pests in greenhouses. In: Integrated control of insect pests in Neatherlands. Pudoc, Wageningen, ppl09-118.
- LESLIE, P.H. (1945) The use of matrices in certain population mathematics. Biometrika. 33: 183-212.
- LEWIS, T. (1959) A comparison of water traps, cylindrical sticky traps and suction traps for sampling thsanopteran populations at different levels. Ent. exp. appl. 2: 204-215.
- LEWIS, T. (1963) The effect of weather on emergence and take off of overwintering Limothrips cerialium HALIDAY (Thysanoptera). Ann. appl. Biol. 53: 489-502.
- LEWIS, T. (1973) Thrips: their biology, ecology and economic importance. London and New York: Academic Press, 349p.
- 牧野 晋・掘切正俊(1983) 鹿児島県のキュウリ栽培地帯におけるミナミキイロアザミウマの発生生態と防除. 植物防疫 37: 287-290.
- 牧野 晋(1984) マルチ利用によるミナミキイロアザミウマの防除. 九農研 46: 126-127.
- 松本 征・吉岡幸治郎・松岡隆宏・山崎康男(1983) ミナミキイロアザミウマの野外での分散とナスにおける被害. 四国植防 18: 67-72.
- 松野 博・家人 章(1984) 促成ナスにおけるミナミキイロアザミウマの発生活長と被害. 九農研 46: 123.
- 松野 博・奥原国英(1985) スイカ産地におけるミナミキイロアザミウマの発生活長について. 九病虫研究会報 31: 148-152.

- 松崎征美(1972a) 施設栽培におけるアブラムシ類の生態学的研究
第1報 増殖様式. 高知農林研報 4:21-24.
- 松崎征美(1972b) 施設栽培におけるアブラムシ類の生態学的研究
第2報 吸汁による被害査定. 高知農林研報 4:25-29.
- 松崎征美・桐谷圭治(1972) 施設園芸害虫総合防除の視点. 農及園
47:794-800.
- 松崎征美・高井幹夫(1974) チャノホコリダニによる施設栽培の果菜
類の被害. 高知農林研報 6:23-32.
- 松崎征美(1974) ハウスにおけるアブラムシ類の発生とその問題点.
植物防疫 28:241-246.
- 松崎征美・中筋房夫・高井幹夫(1976) ハスモンヨトウによるハウス
果菜類の被害. 高知農林研報 8:1-10.
- 松崎征美・高井幹夫(1977) 施設栽培におけるナス・ピーマンのハダ
ニの被害. 高知農林研報 9:45-56.
- 松崎征美(1981) 高知県におけるミナミキイロアザミウマの発生と果
菜類の被害. 植物防疫 35:291-293.
- 松崎征美(1982) 高知県におけるミナミキイロアザミウマの発生の現
状と問題点. 昭和57年度野菜病虫害防除現地検討会講演要旨.
日本植物防疫協会、pp1-7.
- 松崎征美(1983) 高知県のナス栽培地帯におけるミナミキイロアザミ
ウマの発生生態と防除. 植物防疫 37:281-283.
- 松崎征美・市川耕治・草川顕一・小川 宏(1985) 施設栽培ナス周辺
におけるミナミキイロアザミウマの発生生態. 高知農林研報
17:15-24.
- MOFFITT, H.R. (1964) A color preference of the western flower
thrips, Frankliniella occidentalis. J. Econ. Entomol. 57:
604-605.
- 森 樊須・真梶徳純(編)(1977) チリカブリダニによるハダニ類の
生物的防除. 東京:日本植物防疫協会, 89p.
- 村井 保(1981) アザミウマ類の飼育法、生態調査法. 昭和56年度
野菜病虫害防除に関するシンポジウム講演要旨. 日本植物防疫協
会、pp25-34.
- 那波邦彦・中沢啓一・林 英明・細田昭男(1978) オンシツコナジラ
ミの生態と防除に関する研究 第4報 ビニールハウス内発生動
態. 広島農試報 40:47-58.
- 永井清文(1981) ミナミキイロアザミウマと防除対策. 昭和56年度
野菜病虫害防除に関するシンポジウム講演要旨. 日本植物防疫協

- 会、pp35-43.
- 永井清文・野中耕次(1983) 宮崎県のビーマン栽培地帯におけるミナミキイロアザミウマの発生生態と防除. 植物防疫 37: 284-286.
- 中垣至郎・白井 央(1982) ヒラズハナアザミウマの色彩反応. 関東病虫研報 29: 149.
- 中垣至郎(1983) ビーマンのヒラズハナアザミウマの生息密度と青色トラップ誘引数との関係. 関東病虫研報 30: 150-151.
- 中村和雄(1980) 害虫管理—その現状と将来—. 植物防疫 34: 9-16.
- 西野敏勝・小川義雄・小野公夫・浜 久助(1982) ミナミキイロアザミウマに対する数種薬剤の防除効果. 九病虫研会報 28: 137-141.
- 西野敏勝・小野公夫・小川義雄・浜 久助(1983) 施設栽培のナス及びキュウリにおけるミナミキイロアザミウマの発生動態. 九病虫研会報 29: 81-85.
- 西野敏勝・小野公夫(1984) ミナミキイロアザミウマに対する青色粘着リボン(青竜)の防除効果. 九農研 46: 124.
- 野中耕次・永井清文・山本栄一(1982a) 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第4報 ミナミキイロアザミウマの耐熱及び耐寒性. 九農研 44: 119.
- 野中耕次・寺本 敏・永井清文(1982b) 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第5報 ミナミキイロアザミウマの発育速度. 九病虫研会報 28: 126-127.
- 野中耕次・永井清文(1983) 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第7報 紫外線除去フィルムによるミナミキイロアザミウマの防除. 九農研 45: 119-120.
- 野中耕次・永井清文(1984) 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第8報 青色誘引粘着リボンによるミナミキイロアザミウマの防除. 九農研 46: 125.
- OATMAN, E.R. and V. VOITH (1972) An ecological study of the twospotted spider mite on strawberry in southern California. Environ. Entomol. 1: 34-39.
- 大場正明・小泊重洋(1978) 茶園におけるチャノキイロアザミウマの走性について. 関東病虫研報 25: 118.
- 小野泰正(1961) 南瓜に生息するワタアブラムシとニワトコフクレアブラムシ個体群の相互関係. 宮城農短大学報 8: 24-28.

- 織田眞吾(1985) ジャガイモにおけるミナミキイロアザミウマの被害.
九病虫研会報 31: 153-155.
- SAKIMURA, K. (1937a) On the bionomics of Thripoctenus brui
VUILLET, a parasite of Thrips tabaci LIND., in Japan. (I)
. Kontyu 5: 370-390.
- SAKIMURA, K. (1937b) On the bionomics of Thripoctenus brui
VUILLET, a parasite of Thrips tabaci LIND., in Japan. (II)
. Kontyu 5: 410-424.
- SANWAYS, M.J. (1979) Immigration, population growth and mor-
tality of insects and mites on cassava in Brazil. Bull.
ent. Res. 69: 491-505.
- SCHAEFERS, G.A. (1972) Insecticidal evaluations for reduction
of tarnished plant bug injury in strawberries. J. Econ.
Entomol. 65: 1156-1160.
- SCHAEFERS, G.A. (1980) Yield effects of tarnished plant bug
feeding on June-bearing strawberry varieties in New York
State. J. Econ. Entomol. 73: 721-725.
- 鈴木 寛・玉城信弘・宮良安正(1982) ミナミキイロアザミウマの物
理的防除法. 九病虫研会報 28: 134-137.
- 鈴木 寛・宮良安正(1983) 銀色資材を利用したミナミキイロアザミ
ウマの総合防除法 (1)露地キュウリにおける被害査定. 九病虫
研会報 29: 77-80.
- 鈴木 寛・宮良安正(1984) ミナミキイロアザミウマの生態及び防除
に関する研究 (1)農業被覆資材による物理的防除技術. 沖縄農
試研報 9: 85-93.
- 高橋浅夫・山内寅好(1984) イチジク果実内部を加害するアザミウマ
類の生態と防除 2. アザミウマの種類と発生経過. 関東病虫
研報 31: 169.
- 高井幹夫・二神鶴宣・川村 満・氣賀澤和男(1983) ミナミキイロア
ザミウマによる水稻の被害. 四国植防 18: 53-60.
- 竹内秀治・武田賢一・白松太美男・堀内正美(1983a) ミナミキイロア
ザミウマの日周活動について. 関東病虫研報 30: 144-145.
- 竹内秀治・小林義明・北方節夫・松尾一穂・吉田 守・白井 央(198
3b) ハウス栽培ナスにおけるミナミキイロアザミウマの「青竜」
によるマストラッピングの効果. 関東病虫研報 30: 146-147.
- 田中澄人(1985) 福岡県におけるミナミキイロアザミウマの発生と防
除対策. 農薬研究 31(3): 27-33.

- 寺本 敏・野中耕次・永井清文(1982) 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第6報 ミナミキイロアザミウマの産卵能力. 九病虫研会報 28:128-129.
- WALKER, W.F. (1974) Responses of selected Thsanoptera to colored surfaces. Environ. Entomol. 3: 295-304.
- XU, R. (1982) Population dynamics of Trialeurodes vaporariorum (greenhouse whitefly): some comments of sampling technique and prediction of population developments. Z. ang. Ent. 94: 452-465.
- 矢野栄二(1981) オンシツコナジラミの増殖に及ぼす温度の影響. 野菜試報 A. 8:143-152.
- 矢野栄二(1984) 導入天敵による施設園芸害虫の総合防除. 植物防疫 38:267-274.
- 矢野栄二・腰原達雄(1984) オンシツコナジラミ成虫の発生調査法. 野菜試報 A. 12:85-96.
- 矢野貞彦・東 勝千代(1982) チリカブリダニの利用による野菜類のハダニ防除. 植物防疫 36:217-220.
- 山田偉男・腰原達雄・田中 清(1979) 施設栽培のキュウリにおけるオンシツコナジラミの発生動態. 野菜試報 A. 5:191-199.
- 山本栄一・永井清文・野中耕次(1981) 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第1報 成虫の飛しょう. 九病虫研会報 27:98-99.
- 山本栄一・永井清文・野中耕次(1982) 果菜類を加害するアザミウマ類の生態と防除に関する研究 第3報 ミナミキイロアザミウマの寄生部位と蛹化場所. 九農研 44:118.
- 葭原敏夫・河合 章(1982) ミナミキイロアザミウマにおける未交尾雌による生殖. 九病虫研会報 28:130-131.
- *: 間接引用を示す